

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E A PRODUÇÃO NACIONAL
DE ALUMÍNIO PRIMÁRIO**
Uma Análise Sobre o Período 2000-2015

CHRISTIAN MEDEIROS
matrícula nº: 110052369

ORIENTADOR(A): Prof. Ronaldo Goulart Bicalho

JANEIRO 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

**O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E A PRODUÇÃO NACIONAL
DE ALUMÍNIO PRIMÁRIO**
Uma Análise Sobre o Período 2000-2015

CHRISTIAN MEDEIROS
matrícula nº: 110052369

ORIENTADOR(A): Prof. Ronaldo Goulart Bicalho

JANEIRO 2017

As opiniões expresas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(a) autor(a)

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à minha família pelo apoio manifestado, principalmente nos momentos mais difíceis dessa caminhada. Em especial a Valter e Yára, meus maiores professores e incentivadores.

A Felipe, Demitrius e Ana Clara, que compartilharam boa parte das alegrias e aflições com os estudos desde o início do curso.

À Ana Luísa, por estar ao meu lado há quase três anos, sempre demonstrando enorme apoio, carinho e entusiasmo a cada conquista.

A Aaron e Nick, pelos ensinamentos sobre a Indústria do Alumínio, a compreensão em momentos em que os estudos demandavam maior foco e, principalmente, pela confiança.

A Berenice de Carvalho e à Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) pelo fornecimento de dados.

Ao Professor e Orientador Ronaldo Bicalho pelo suporte, disponibilidade e paciência.

E finalmente, ao Instituto de Economia (IE-UFRJ), que me apresentou grandes desafios, contribuindo imensamente para o meu desenvolvimento pessoal, profissional e crítico.

Resumo

O presente trabalho trata da evolução recente do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) e do impacto de suas crises sobre a Produção Nacional de Alumínio Primário no período 2000-2015, haja vista que a produção do metal é altamente dependente da utilização de energia elétrica, sendo esta uma das suas principais matérias primas. A fim de cobrir os principais pontos que envolvem os Investimentos na produção do metal no Brasil, é realizada uma análise de duas outras matérias primas essenciais na sua cadeia produtiva: a Alumina e a Bauxita. Observa-se no estudo que dois dos três grandes abalos à produção brasileira de Alumínio Primário no período analisado ocorrem em momentos de grandes dificuldades do SEB. No período entre duas Reformas implementadas nas décadas de 1990 e 2000, caracterizado pela transição de um modelo gerenciado pelo Estado para um modelo mais voltado ao Livre Mercado, o Brasil deparou-se com uma séria Crise de Abastecimento, simultaneamente à interrupção breve de uma sequência de aumentos na produção nacional de Alumínio. Entre 2012 e 2015, por sua vez, período caracterizado pelo esgotamento do modelo baseado quase unicamente em energia hidrelétrica, observa-se o encerramento de atividades em algumas das principais plantas de Alumínio no país, e a consolidação de um ciclo de queda na quantidade produzida anualmente, além da mudança do papel brasileiro no Mercado Internacional do metal.

Palavras chave: Alumínio, Sistema Elétrico Brasileiro, Indústria

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – O Arcabouço legal para o RESEB.....	19
Quadro 2 – O Arcabouço legal da Segunda Reforma.....	23

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Capacidade de Geração e Participação Hidrelétrica – 2012.....	24
Gráfico 2 – Tarifas Médias Industriais – 2009.....	25
Gráfico 3 – Nível dos Reservatórios no Sistema Integrado Nacional.....	27
Gráfico 4 – Participação das Fontes de Energia Elétrica e PLD SE/CO.....	28
Gráfico 5 – Custo Médio de Produção de Alumínio (primeiro trimestre de 2009)..	29
Gráfico 6 – Produção Global de Bauxita.....	31
Gráfico 7 – Reserva Global de Bauxita.....	31
Gráfico 8 – Produção de Bauxita no Brasil.....	32
Gráfico 9 – Produção Global de Alumina.....	34
Gráfico 10 – Produção de Alumina no Brasil.....	35
Gráfico 11 – Produção Global de Alumínio Primário.....	38
Gráfico 12 – Produção Anual da CBA.....	40
Gráfico 13 – Produção Anual da Alcan/Novelis.....	41
Gráfico 14 – Produção Anual da Alcoa.....	42
Gráfico 15 – Produção Anual da Valesul – Participação da CVRD.....	44
Gráfico 16 – Produção Anual da Albras.....	45
Gráfico 17 – Produção Anual da Billiton/South32.....	47
Gráfico 18 – Produção Anual da Indústria Brasileira do Alumínio.....	48
Gráfico 19 – Importações x Exportações de Alumínio Primário do Brasil.....	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de Produção de Alumina – Processo Bayer.....	33
Figura 2 – Processo Hall-Hérault.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAL	Associação Brasileira de Alumínio
ALCAN	<i>Aluminium Company of Canada Ltd</i>
ALCOA	<i>Aluminium Company of America</i>
ALCOMINAS	Companhia Mineira de Alumínio
ALSUL	Alumínio do Sul
ALUMAR	Consórcio de Alumínio do Maranhão
ALUMINAS	Alumínio Minas Gerais
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASA	Alumínio S/a
BA	Bahia
CBA	Companhia Brasileira de Alumínio
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CGE	Câmara de Gestão da Crise Energética
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CO	Centro-Oeste
COMISA	Companhia de Mineração de Santarém
CRU	<i>Commodities Research Unit</i>
CVRD	Companhia Vale do Rio Doce
ELQUISA	Eletro Química Brasileira S/A
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
FMI	Fundo Monetário Internacional
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
MA	Maranhão
MAE	Mercado Atacadista de Energia Elétrica
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MG	Minas Gerais
MME	Ministério de Minas e Energia
MRN	Mineração Rio do Norte
NCM	Nomenclatura Comum do Mercosul

NOS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PE	Pernambuco
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PPT	Programa Prioritário de Termelétricidade
RESEB	Reestruturação do Sistema Elétrico Brasileiro
RJ	Rio de Janeiro
SE	Sudeste
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
SP	São Paulo
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
USGS	<i>United States Geological Survey</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
Objetivo Geral.....	13
Objetivos Específicos.....	13
Justificativa.....	14
Hipótese.....	15
Estrutura do Trabalho.....	15
CAPÍTULO I – O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO.....	17
I.1 - A Década de 90 e a Primeira Reforma – RESEB.....	18
I.2 - O Desenvolvimento do MAE e o Racionamento.....	20
I.3 - A “Reforma da Reforma”.....	22
I.4 - Reflexos da Reforma sobre as Tarifas.....	24
I.5 - A Crise Energética Estrutural a partir de 2012.....	25
CAPÍTULO II – BAUXITA E ALUMINA.....	29
II.1 – Características da Bauxita e sua Estrutura de Mercado.....	30
II.2 - Características da Alumina e sua Estrutura de Mercado.....	33
CAPÍTULO III – O ALUMÍNIO E A PRODUÇÃO NACIONAL NO PERÍODO 2000-2015.....	36
III.1 - Características do Alumínio Primário e sua Estrutura de Mercado.....	36
III.2 - Os Produtores Nacionais de Alumínio Primário.....	38
<i>III.2.1 – Elquisa – Saramenha-MG.....</i>	<i>38</i>
<i>III.2.2 – CBA – Alumínio-SP.....</i>	<i>39</i>
<i>III.2.3 – Alcan/Novelis – Saramenha-MG e Aratú-BA.....</i>	<i>41</i>
<i>III.2.4 – Alcoa – Poços de Caldas-MG e São Luís-MA.....</i>	<i>42</i>
<i>III.2.5 – Valesul – Rio de Janeiro-RJ.....</i>	<i>43</i>
<i>III.2.6 – Albras – Barcarena-PA.....</i>	<i>44</i>
<i>III.2.7 – Alumar – São Luís-MA.....</i>	<i>46</i>
<i>III.2.8 – Billiton/South32 – Rio de Janeiro-RJ e São Luís-MA.....</i>	<i>47</i>
III.3 – Consolidação dos Dados e Análises Finais.....	48
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1990, o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), predominantemente baseado em fonte hidráulica, passou por mudanças significativas.

A reforma implementada a partir de 1995, inspirada no modelo concorrencial inglês, retirou da estatal Eletrobrás o monopólio no gerenciamento e planejamento do Sistema, apostando no setor privado como potencial responsável por expandir a infraestrutura energética brasileira. Entretanto, no início dos anos 2000, como observado em (SANTOS, 2008), a falta de investimentos no segmento de Geração culminou numa séria crise de abastecimento, a partir da qual o modelo foi repensado e diversas medidas de regulação foram tomadas para evitar a carência de investimentos em geração.

Seguindo a elaboração de uma nova estrutura de gerenciamento e criação de novos procedimentos como os leilões de Energia, a Segunda Reforma trouxe ao SEB uma maior organização e um ambiente mais condizente com a atuação do Setor Privado. Tais medidas se mostraram insuficientes, porém, para garantir que o país fosse capaz de fornecer energia a preços competitivos a consumidores e à Indústria (BONINI, 2011).

A partir de 2012, por sua vez, o Brasil se deparou com uma nova crise energética, com uma escalada considerável dos preços de energia, em função do baixo nível dos reservatórios brasileiros. Tal fato representa um rompimento em relação ao panorama anterior do SEB, visto que reflete uma Crise de Recursos, dada a incapacidade do conjunto de reservatórios nacionais de fornecer o suporte necessário. Tal limitação passa a demandar uma presença cada vez maior de outras fontes, encarecendo ainda mais as tarifas. (BICALHO, 2014).

Dentre as indústrias potencialmente penalizadas, nesse sentido, destaca-se a do Alumínio, cujo processo produtivo para obtenção do metal (Alumínio Primário) requer o consumo intensivo de eletricidade, representando, em média, 29% dos

custos totais de produção (CRU, 2009). Concomitantemente, a Indústria do Alumínio se mostra uma das principais consumidoras de Energia. De acordo com (CARDOSO, 2011), no Brasil, mais de 6% da energia elétrica gerada é consumida pela Indústria do Alumínio.

O Alumínio, encontrado na natureza predominantemente na forma oxidada (silicatos ou barro), é o elemento metálico mais abundante na superfície terrestre e o terceiro mais presente entre todos os elementos químicos. Para que se obtenha o metal, se faz necessário um processo produtivo que envolve a extração da Bauxita, minério que contém o óxido de Alumínio, seguida de seu beneficiamento, gerando a Alumina. Finalmente, após processo de eletrólise, obtêm-se o Alumínio em forma de metal (Alumínio Primário) (CARDOSO, 2011).

Relacionada a diversos segmentos, como automotivo, de embalagens e da Construção Civil, a cadeia produtiva do Alumínio se divide, basicamente, em dois tipos de Indústria (CARDOSO, 2011):

- 1) Upstream: Indústria responsável pelo processo entre a mineração de Bauxita, produção de Alumina e de Alumínio Primário.
- 2) Downstream: responsável pela produção e distribuição de transformados, isto é, folhas, bobinas, cabos, etc.

No presente trabalho, o foco é dado à produção do Metal Primário e suas principais matérias primas, tratando-se, assim, da Indústria Upstream.

De acordo com (ABAL, 2015), há 28 bilhões de toneladas de Bauxita em reservas descobertas no Planeta, estando 26% deste volume presente na Guiné, 22% na Austrália e 9% no Brasil, sendo estes os países com a maior quantidade explorável do minério.

No passado, havia grande concentração de Refinarias de Alumina nos países industrializados (desenvolvidos), configuração que se alterou com o passar dos

anos, com uma migração da produção para os grandes detentores de reservas de Bauxita. Nesse sentido, os maiores produtores mundiais em 2015 foram China (48%), Austrália (17%), Brasil (9%) e Índia (5%), sobre um volume total de 118 milhões de toneladas. (USGSb, 2015)

Na produção de Alumínio Primário, destacam-se a China, com 55%, Rússia (6%), Canadá (5%), Emirados Árabes (4%) e Índia (4%) (USGSa, 2015). A produção brasileira se desenvolveu desde 1945, quando registrou 480 toneladas, a um ritmo acelerado, atingindo, em 2008, um máximo 1,66 milhões de toneladas, com taxa média de crescimento de 13,6% ao ano (ABAL, 2004);(MACHADO, 1985). Posteriormente, entretanto, houve quedas sucessivas até 2015, com 772 mil toneladas produzidas, representando, portanto, 46% do pico de produção.

Objetivo Geral:

Tratar sobre os acontecimentos relacionados ao Sistema Elétrico Brasileiro desde o seu processo de privatização, em especial a Crise do Racionamento e o Esgotamento do modelo hidrelétrico, focando em suas possíveis consequências à Produção Nacional de Alumínio Primário.

Objetivos Específicos:

1. Compreender o funcionamento do SEB nos últimos anos, a partir da descrição do período que compreende crises de abastecimento de diferentes naturezas e reformas promovidas pelo Governo Federal;
2. Tratar sobre a divergência tarifária no fornecimento de energia entre o Brasil e os demais países;
3. Dentre os principais componentes nos custos de produção do Alumínio

Primário, discorrer sobre a Bauxita e a Alumina, apresentando dados nacionais e globais que possam refletir a situação do mercado de ambas as *commodities*, bem como sua disponibilidade no Brasil;

4. Apresentar dados e fatos do Alumínio Primário a fim de que se possa compreender o estado da Indústria Nacional, bem como sua inserção no comércio exterior;
5. Demonstrar um breve histórico de cada um dos Produtores nacionais do Alumínio Primário, com foco em sua evolução ao longo do período analisado;

Justificativa:

Considerando-se a evolução recente do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), com duas reformas estruturais e crises energéticas, como a do Racionamento em 2001, em aditamento à queda de produção de Alumínio no Brasil, o tema mostra-se relevante no contexto econômico atual.

As Reformas realizadas no SEB refletem um ciclo de privatizações e concessões e, conseqüentemente, uma mudança no papel do Estado sobre o Setor, trazendo conseqüências à sociedade brasileira que, portanto, cabem ser analisadas.

A última grande crise no SEB reflete o Esgotamento do modelo constituído até então, representando assim uma quebra estrutural que pode afetar diversas indústrias e os consumidores.

O Alumínio é matéria prima importante para muitas indústrias, dentre as quais a Automobilística, da Construção Civil, de Embalagens e de Energia. A Indústria Nacional do Alumínio utiliza-se de recursos naturais abundantes no Brasil para fornecer o metal, mitigando, assim, a necessidade de importação do mesmo, e contribuindo para o desenvolvimento econômico.

Possivelmente por tratar-se de um fato recente, pouco foi encontrado a respeito da queda de Produção do Alumínio no país.

Buscando relacionar os pontos supracitados, o Estudo realizado poderá contribuir para uma melhor análise desses fatos.

Hipótese:

Primeiramente, trabalha-se sob a premissa de que a Energia possui grande relevância em termos de custos para a Indústria do Alumínio.

Considerando-se as Crises e Reformas pelas quais o Sistema Elétrico Brasileiro passou e a derrocada da Indústria Nacional do Alumínio, acredita-se que os fatos estão relacionados.

Estrutura do Trabalho

O Capítulo I apresenta um histórico do Setor Elétrico Brasileiro, com foco em três fatos relevantes para o Estudo. Primeiramente, trata-se da Reestruturação do SEB (RESEB), que teve início na década de 90 e promoveu a privatização do Setor, sem alcançar os resultados esperados até a ocorrência de um Racionamento de Energia em 2001; Em seguida, trata-se da chamada “Reforma da Reforma”, iniciada em 2004 com a finalidade de desenvolver um arcabouço institucional sólido para um melhor funcionamento da estrutura desenvolvida na década anterior. Finalmente, apresenta-se a mais recente e séria Crise do SEB, relacionada à insuficiência estrutural dos reservatórios no país, bem como seus reflexos sobre os Preços de Energia.

O Capítulo II consiste em uma análise e caracterização da Bauxita e da Alumina, matérias primas essenciais para a produção do Alumínio Primário. Apresenta-se

a distribuição das Reservas mundiais da Bauxita, bem como os principais países produtores do minério e seus números nos últimos anos, com enfoque para a participação brasileira em termos de Produção e Comércio Exterior. Tratando-se da Alumina, é feita demonstração semelhante, analisando-se a dinâmica da Indústria e a forma como as fábricas de Alumina se deslocaram entre os países ao longo dos anos, além dos números recentes de Produção mundial, com destaque aos maiores produtores, e evolução da participação Brasileira como produtor e exportador.

O Capítulo III, por sua vez, traz a Análise da Indústria Brasileira de Alumínio. Apresenta-se a caracterização do metal primário, seguida por um histórico de todos os produtores nacionais na história e a demonstração e análise do ritmo de produção de cada um deles no período estudado (2000-2015), a fim de relacionar os diferentes movimentos observados à evolução do Setor Elétrico apresentada anteriormente.

O Capítulo final apresenta as considerações finais e conclusões baseadas nos capítulos anteriores.

Capítulo I - O Sistema Elétrico Brasileiro

Este Capítulo apresenta um histórico do Sistema Elétrico Brasileiro, especialmente a partir da Primeira Reforma na década de 90, que inclui a Crise de Abastecimento de 2001. É feita uma breve análise sobre a evolução das Tarifas no Brasil no período Pós-Reformas e, em seguida, trata-se do Esgotamento da capacidade de regulação dos reservatórios brasileiros, a partir de 2012, e seu possível reflexo sobre a evolução do SEB.

A estrutura do Sistema Elétrico Brasileiro no início do século XX era composta majoritariamente por empresas privadas ligadas a grupos estrangeiros, que, conforme observado em (SANTOS, 2008), restringiam seus investimentos às regiões de atividade econômica mais intensa, restando às cidades menores a autoprodução, promovida por prefeituras ou empresários locais (termelétrica em geral). O ambiente era propício para a atuação estrangeira pelo crescimento acelerado da demanda por energia elétrica, bem como pela garantia de uma rentabilidade mínima (entre 5 e 6%) sobre o capital investido e pela adoção da “cláusula-ouro”, isto é, metade do pagamento das tarifas em ouro, mitigando variações cambiais (CORRÊA, 2005). Não obstante, mesmo nas regiões atendidas por essas empresas observavam-se constantes apagões e necessidades de racionamento (SANTOS, 2008).

A partir do crash da Bolsa de Valores dos Estados Unidos em 1929 e a mudança subsequente na política econômica Nacional com o crescimento cada vez mais acentuado de uma indústria doméstica e do sentimento nacionalista, o Governo de Getúlio Vargas deu início a um processo de regulamentação da Indústria Hidrelétrica, com destaque para o Decreto 24.643/1934 (Código de Águas), através do qual a União se declarou proprietária dos direitos sobre o potencial hidrelétrico nacional, sendo assim o poder concedente para exploração dos recursos. As tarifas passaram a ser fixadas com base nos custos de exploração e na remuneração do capital e, em 1933, a cláusula-ouro foi abolida (CORRÊA, 2005).

Baseado no conceito de Monopólio Natural¹, a partir da década de 60 o Governo Federal centralizou o planejamento e gestão do SEB, promovendo altos investimentos que anteriormente não se mostravam atrativos ao Setor Privado. A partir de então, a estrutura do SEB se mostrou composta, basicamente, por empresas públicas verticalmente integradas, sendo as Federais/Estaduais predominantes na Geração e Transmissão e as Estaduais responsáveis pela Distribuição (MELO,2007). A partir de 1961, a Eletrobrás foi constituída pelo Ministério de Minas e Energia (MME), tendo como encargo a administração direta do Sistema, gerindo os recursos para a sua manutenção e expansão (MACHADO, 1985).

I.1 A Década de 90 e a Primeira Reforma - RESEB

A partir do Programa Nacional de Privatizações iniciado no Governo Collor (1990-1992) e tendo sua continuação durante os Governos Itamar Franco e Fernando Henrique Cardoso (1992-2002), o objetivo era dar fim à verticalização do Sistema Elétrico Brasileiro, contrapondo o padrão empregado desde a criação da Eletrobrás, separando, assim, os diferentes segmentos.

Prezando pela competição característica dos modelos de livre mercado, foi introduzindo um sistema de Consumidores e Preços Livres. A inspiração para tais medidas eram as Reformas realizadas na Inglaterra e na Califórnia, o que, de acordo com (ALVEAL, 2001) ignorava o fato de que a estrutura Energética brasileira é composta por características muito diferentes em relação à Inglaterra e aos Estados Unidos, que dificultariam tal implementação. No cenário macroeconômico, em paralelo, o Governo buscava estabilizar o câmbio e melhorar as contas públicas, num contexto de grandes restrições impostas pelo FMI e dificuldades em relação ao Balanço de Pagamentos.

Conforme (MELO,2007) buscava-se, através dessa primeira Reforma, denominada

¹ “Um Monopólio Natural é uma empresa que pode arcar com toda a produção para o mercado a um custo inferior ao que existiria caso houvesse outras empresas”. (Pindyck, 2010)

Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro - RESEB, promover maior qualidade do serviço, competitividade da Indústria Nacional e novos investimentos em geração de energia, sem a necessidade de que o Estado incorresse em grandes despesas, cabendo a este uma tarefa mais reguladora do que como proprietário das empresas que compunham o SEB.

A partir de 1995, a chamada Lei das Concessões (8987/1995) passou a regular, de uma forma geral, os regimes de concessão de serviços públicos, como o fornecimento de Energia Elétrica. O Quadro a seguir mostra as demais Leis e regulamentações sobre o tema que merecem destaque. A entrada em vigor dessas regulamentações representa, portanto, o desenvolvimento do arcabouço institucional para as futuras privatizações do RESEB.

Quadro 1 – O Arcabouço Legal para o RESEB

Tipo de Regulamentação	Nº	Data de Implementação	Características
Lei	8631	04/03/1993	Regula as tarifas de energia elétrica cobradas aos consumidores finais, de forma que estas cubram todos os custos relativos às respectivas operações, sem, portanto, a Tarifa Única praticada até então. O Art. 7º extingue a Conta de Resultados a Compensar e a Reserva Nacional de Compensação de Remuneração, sendo estas ferramentas utilizadas anteriormente para compensar as divergências de custos das Concessionárias.
Lei	9074	07/07/1995	Define Junto à "Lei das Concessões" as regulamentações básicas para concessões, permissões e autorizações relacionadas ao SEB. Cria a figura do Produtor Independente, que pode produzir energia (com base nas concessões) e vendê-la livremente sob os critérios estabelecidos, e também do Consumidor Livre, que pode adquiri-la de Produtor Independente, sem contrato de exclusividade, também sob os critérios definidos em lei. Ademais, prevê que o Governo pode iniciar os processos de Privatizações no SEB.
Decreto	2003	10/09/1996	Define o Produtor Independente e o Autoprodutor, com livre acesso aos sistemas de Transmissão e Distribuição
Lei	9427	26/12/1996	Instituição da ANEEL, para regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil e criação da Taxa de Fiscalização de Serviços de Energia Elétrica
Lei	9478	06/08/1997	Criação do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), a fim de promover uso racional dos recursos e garantir o Suprimento Nacional.
Lei	9648	27/05/1998	Definição de poderes da ANEEL, reiterando a nova lógica de mercado. Definição de regras para privatização/reestruturação da Eletrobrás. Instituição do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE) e do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), e criação da figura do Trader de Energia.

Fonte: BRASIL, vários anos.

Os propósitos básicos do RESEB eram introduzir a competição nos segmentos de geração e varejo, regular a transmissão e distribuição de energia e atrair capital privado para investimentos (MELO,2007)

Escelsa e Light, distribuidoras pertencentes ao Grupo Eletrobrás, deram início ao ciclo de privatizações, respectivamente, em 1995 e 1996. Dado o fato de que as distribuidoras possuíam muitas dívidas para com as geradoras de energia, o

Governo optou por privatizá-las primeiro, visando uma redução desse “crédito ruim” das geradoras Furnas, Eletrosul, Eletronorte e a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF), que poderia reduzir a atratividade das mesmas no momento planejado para as vendas. Àquela altura, entretanto, ainda não havia uma estrutura regulatória para promover a eficiência do segmento. Ademais, de acordo com (MELO,2007) o segmento de geração, por possuir um ambiente mais competitivo, é mais propenso a privatizações em relação ao seguimento de distribuição, sendo o último um caso mais claro de monopólio natural.

I.2 O Desenvolvimento do MAE e o Racionamento

O Mercado Atacadista de Energia foi criado em 1998 (começando a operar somente em 2000) com a finalidade de promover a expansão do SEB e o funcionamento do Mercado Livre de Energia, com gerenciamento das informações de compra e venda de Energia, bem como os preços praticados no mercado de curto prazo, além de regulamentações sobre os contratos de energia, como, por exemplo, condicionar 85% a oferta de energia de um agente à geração própria ou contratos de compra de médio/longo prazo, a fim garantir que as sinalizações de demanda estivessem de acordo com as necessidades do mercado. A tarefa de organizar as operações, critérios e a contabilidade do MAE cabia aos próprios membros (auto regulação), mas o modelo não foi bem-sucedido, com grande perda de credibilidade e confiança dos agentes, dada a falta de consenso dos participantes e as disputas entre Distribuidoras e Geradoras, especialmente quando as últimas, predominantemente públicas, exerciam demasiado poder de mercado sobre os demais agentes (MELO,2007).

A falha nas sinalizações do MAE sobre as necessidades de expansão de oferta de energia, somada à falta de chuvas no período, teve como consequência uma queda vertiginosa do nível dos reservatórios, paralelamente a uma escalada dos Preços de Curto Prazo, caracterizando a Crise de Abastecimento popularmente batizada de “Apagão”, representando o maior racionamento de energia da história em tempos de paz, com corte de 20% da demanda no período entre Junho de 2001 a

Fevereiro de 2002 para os consumidores das Regiões Sul, Sudeste, Centro Oeste e Nordeste, e de Julho a Dezembro de 2001 para a Região Norte (MELO,2007).

Medidas emergenciais para ampliação da oferta de energia foram tomadas, mas a Crise trouxe graves consequências políticas, pois não se questionava apenas o atraso na implementação completa do RESEB, mas a sua própria formulação, focada em privatizações, que, após apenas sete anos, apresentava resultados práticos insatisfatórios. Nesse sentido, a Câmara de Gestão da Crise Energética (CGE) foi criada para trabalhar nas medidas de curto prazo e também para, com auxílio de técnicos do Setor, compreender as falhas do RESEB e apresentar as soluções de médio e longo prazos.

De acordo com (MELO,2007) os principais problemas diagnosticados como causadores da Crise de Abastecimento foram, resumidamente, a transição inapropriada de um modelo Público (baseado no Monopólio Natural) para um modelo Privado, com ausência ou falta de clareza de regulamentações; falta de coordenação entre ONS, ANEEL, Ministério de Minas e Energia (MME) e CNPE e aposta exagerada no PPT (Programa Prioritário de Termelétricidade), que criaram um ambiente caracterizado pela falta de confiança e credibilidade, com as grandes geradoras exercendo grande Poder de Mercado, e com sinalizações artificiais que coibiram os incentivos à expansão da oferta de energia. A falta de chuvas, de acordo com o estudo da Comissão contratada pela CGE, agravou o problema, mas, sozinha, em ambiente bem regulado, não teria gerado a Crise. Os estudos realizados concluíram que os pilares do RESEB, com inserção de uma lógica de mercado no Sistema Elétrico não estavam equivocados, mas sim a forma como o Sistema foi regulamentado, isto é, sua organização.

A título de ilustração, apenas em abril de 2002, através da Lei 10.433, as operações do MAE foram devidamente organizadas, passando este a se configurar como uma empresa privada sem fins lucrativos, sob o leque de responsabilidades regulatórias da ANEEL e com novas regras de voto em sua Assembleia Geral.

I.3 A “Reforma da Reforma”

Em 2004, a fim de preencher as lacunas observadas a partir da Primeira Reforma e baseado em estudos encomendados pela CGE, o Governo Lula implementou uma segunda reforma no SEB, buscando uma evolução no arcabouço regulatório, com maior segurança no suprimento de energia, tarifas justas, respeito aos contratos estabelecidos e planejamento adequado à expansão do Sistema – vide Quadro 2.

Entre as medidas, destaca-se o desenvolvimento de dois mercados de Energia, sendo o primeiro deles, o Ambiente de Contratação Regulado, composto por todos os compradores (distribuidoras) e vendedores (geradoras, produtoras independentes, *traders* e autogeradoras), sejam eles públicos ou privados, no qual são realizados leilões públicos de energia com acordos bilaterais regulados, visando a minimização do uso do poder de mercado e maior transparência. Somando-se a isso, o fato de a demanda estar concentrada, em cada leilão, no conjunto de compradores, tem como benefício adicional o ganho de escala e minimização de riscos para compradores e vendedores, além de privilegiar os geradores mais eficientes (independente da fonte utilizada) (MELO,2007).

Destaca-se também os leilões para novos projetos de geração, com a finalidade de dar aos agentes uma sinalização realista a respeito das pressões de demanda, auxiliando na garantia de suprimento de médio/longo prazo do SEB, além de facilitar o financiamento dos projetos, com contratos firmados para 15 anos (termelétricas) e 30 anos (hidrelétricas).

Quadro 2 – O Novo Arcabouço Legal da Segunda Reforma

Nº Lei	Data de Implementação	Regulamentações
10.847	15/03/2004	Criação da Empresa de Pesquisa Energética - EPE - vinculada ao MME, com a finalidade de promover estudos visando o planejamento do SEB e da Política Energética Nacional.
10.848	15/03/2004	Regulamentação da Comercialização de Energia Regulada (Licitações) e Livre, com a finalidade de garantir a segurança no suprimento, bem como a modicidade tarifária; Criação da CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - sucessora do MAE; Criação do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico, para avaliar a segurança do suprimento energético nacional.
Decreto 5163	30/07/2004	Exigência de 100% de lastro para venda de Energia (mediante contrato de compra de energia ou garantia física), com aferição mensal e multas revertidas ao propósito de modicidade tarifária do Ambiente de Contratação Regulado.

Fonte: BRASIL, vários anos.

A fim de minimizar parte das potenciais ineficiências do modelo, caracterizadas por eventual contratação de novos projetos de geração somado à subcontratação de Energia existente, criou-se ainda leilões para ajuste de Energia que auxiliam na correção de fricções pontuais, bem como a possibilidade de os compradores de médio e longo prazo reduzirem a demanda contratada em caso de: saída de consumidores livres ou mudanças nas condições de mercado em relação à demanda esperada. As distribuidoras podem ainda repassar prejuízos por compra excessiva de energia (até 103%) aos consumidores, conforme (MELO,2007).

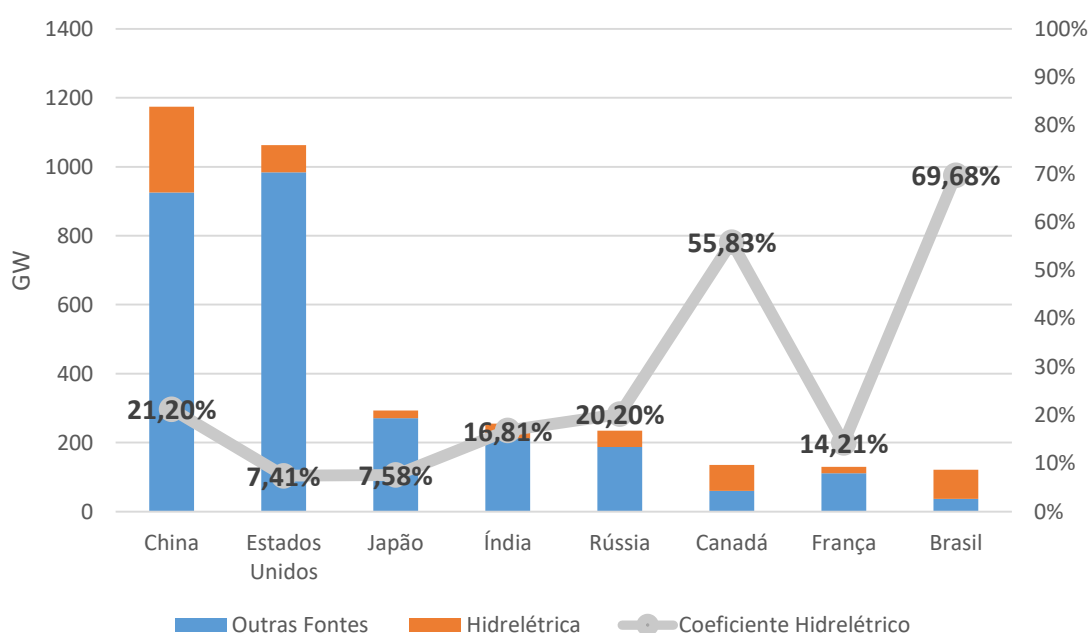
No segundo mercado, o Ambiente de Contratação Livre, agentes geradores, Consumidores Livres, *traders*, exportadores e importadores podem atuar livremente através de acordos bilaterais. Nesse sentido, é de grande relevância a criação da CCEE (Câmara de Comércio de Energia Elétrica), em substituição ao MAE, como mediadora dos dois mercados e responsável por definir regularmente os preços spot do Mercado, com base no registro de todas as operações e nos custos marginais do Sistema, buscando transmitir uma sinalização realista das necessidades do SEB.

Após a crise do Sistema em 2001, verificou-se que o consumidor final brasileiro, após vários meses de racionamento de energia, readaptou seus hábitos de consumo à nova realidade, de maneira que a demanda resistiu em voltar aos níveis pré-crise. Este fator, aliado ao aumento emergencial de capacidade de geração, reduziu consideravelmente os preços de energia no período (MELO,2007).

I.4 Reflexos da Reforma sobre as Tarifas

Conforme (BONINI, 2011), o SEB possui a combinação peculiar de uma estrutura de geração barata, majoritariamente composta por fonte hidráulica (Gráfico 1), que constitui considerável vantagem comparativa, e uma tarifa elevada, quando comparada a outros países que utilizam predominantemente combustíveis fósseis ou energia nuclear (mais custosos).

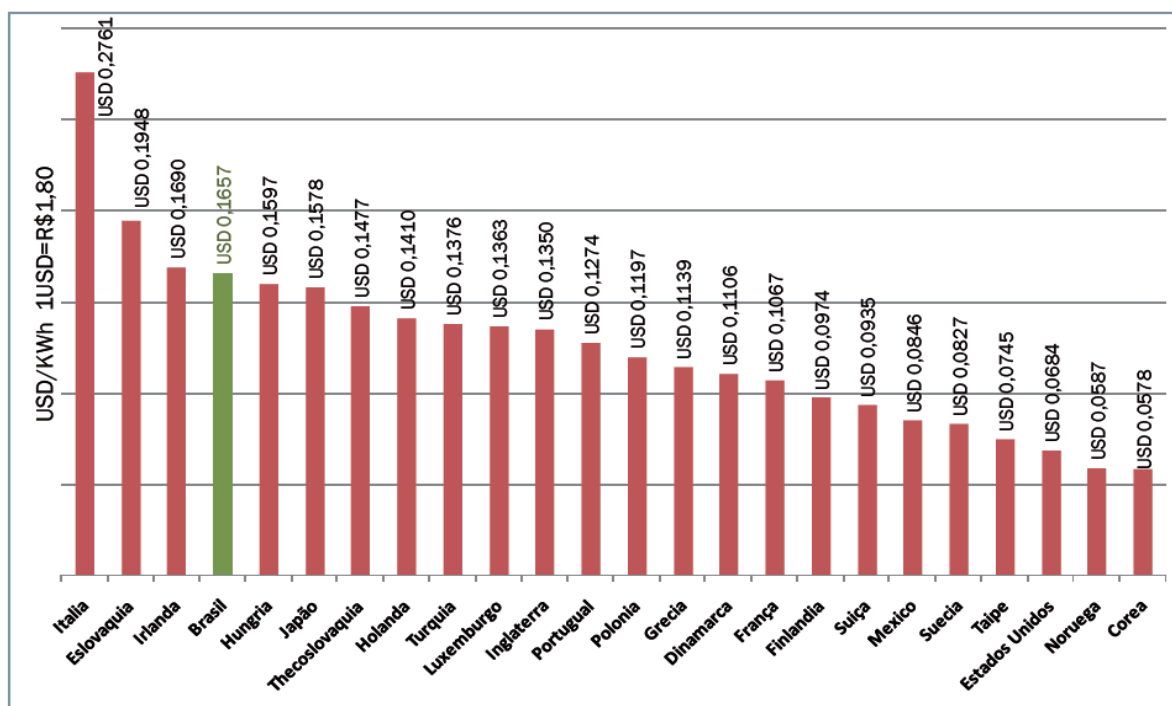
Gráfico 1 – Capacidade de Geração e Participação Hidrelétrica - 2012



Fonte: EPE, 2016

Como ilustrado no Gráfico 2, o Brasil possuía, em 2009, a quarta tarifa Industrial mais cara entre os países listados, resultado atribuído ao significativo aumento tarifário no período Pós-RESEB (1995-2010). Tratando-se das tarifas industriais, a Taxa Média Geométrica Anual de Crescimento foi de 11,8%, diante de um IPCA anual médio de 6,9%(BONINI, 2011).

Gráfico 2 – Tarifas Médias Industriais - 2009



Fonte: BONINI, 2011 – Dados extraídos de IEA e Aneel referentes ao ano de 2009

A partir de dados de (BONINI, 2011), de 2010, os custos com Geração compunham a maior parcela das Tarifas de Fornecimento, com 31%, seguidos por custos de Distribuição (26,5%), Impostos (25,9%), Encargos Setoriais (10,9%) e custos de Transmissão (5,7%). No período entre 2001 e 2010, o crescimento geométrico anual mais significativo entre as variáveis supracitadas se dá nos Encargos e Impostos (2,9%), reflexo das duas Reformas e da criação dos diversos órgãos e métodos de controle visando o funcionamento do novo Sistema. Segundo o autor, a desverticalização do SEB, e o consequente desmembramento de custos antes aglutinados constituiu um outro fator relevante para o aumento das tarifas.

1.5 A Crise Energética Estrutural a partir de 2012

O sucesso do modelo hidrelétrico brasileiro baseia-se em uma boa gestão, em especial, dos grandes reservatórios, tendo sido esta “a pedra angular que

alavancou esse aproveitamento, dando consistência e amplitude incomuns à exploração dos nossos recursos hídricos.” (BICALHO, 2014)

Como observado pelo autor, desde as grandes expansões do Setor, os reservatórios mantêm tarefa preponderante, sob uma gestão sofisticada que contava com grande disponibilidade de reservatórios e com a interconexão dos mesmos, responsáveis por prover a flexibilização necessária em períodos de falta de chuvas.

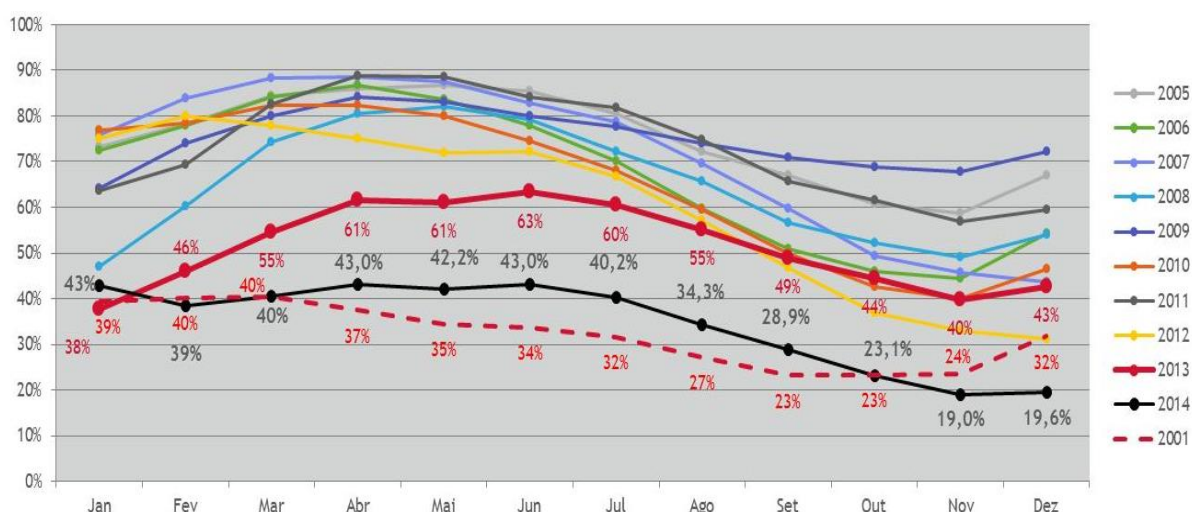
“Essa sofisticada gestão dos reservatórios constitui o coração do sistema elétrico brasileiro. A partir dela se articula toda a base técnica, organizacional e institucional do nosso setor elétrico. As regras de despacho, o papel das térmicas, a utilização dos modelos, a tarifação, o custo marginal, o próprio PLD², entre outros, são manifestações da natureza essencial desse setor: um setor basicamente hidráulico no qual a otimização dos reservatórios joga um papel decisivo na garantia do suprimento e na modicidade tarifária”. (BICALHO, 2014)

Nesse sentido, a partir de 2012, o Sistema Elétrico Brasileiro deparou-se com uma nova Crise, mas de natureza diferente em relação ao Racionamento de 2001: os reservatórios brasileiros começaram a mostrar-se insuficientes para a garantia de um suprimento energético predominantemente hidrelétrico.

Como observado no Gráfico 3, o nível dos reservatórios, em queda a partir de 2012, se mostrava, ao fim de 2014, em patamar sem precedentes, mais baixo ainda que o observado em 2001, ano do Racionamento de Energia.

² De acordo com (CCEE), o PLD – Preço de Liquidação das Diferenças – é o parâmetro definido numa base semanal para liquidação de toda a energia não contratada no Sistema. É subdividido em três patamares de carga (leve, média e pesada), e em quatro submercados (Norte, Sudeste/Centro Oeste, Nordeste e Sul), cobrindo todo o território nacional. O cálculo é realizado com base no Custo Marginal de Operação do Sistema, considerando-se, entre outros fatores, o *trade off* existente entre o uso dos recursos hidráulicos (mais baratos) e a necessidade de se preservar o nível dos reservatórios.

Gráfico 3 – Nível dos Reservatórios no Sistema Integrado Nacional (em % da capacidade máxima)

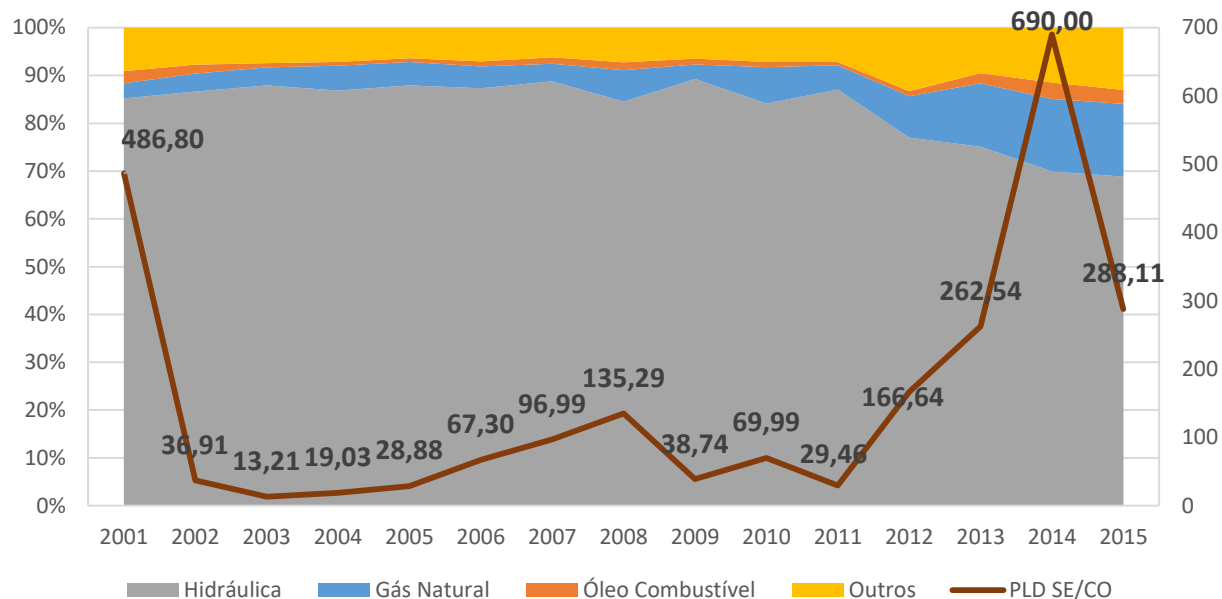


Fonte: (PANORAMA COMERC, 2014) – Extraído de ONS

Conforme (BICALHO, 2014), tal fato se justifica pelas restrições (técnicas, econômicas, institucionais e políticas) cada vez maiores ao estabelecimento de novos reservatórios, aliadas ao crescimento da demanda por energia. A partir desses fatos, a base de reservatórios se mostra cada vez mais insuficiente para compensar a intermitência de chuvas no país, amplificando o papel, antes residual, da estrutura de geração térmica. Como reflexo, usinas termelétricas funcionaram muito mais frequentemente do que o previsto e observado anteriormente.

O Gráfico 4, ilustra como a queda relativa na produção de eletricidade proveniente de fonte hidráulica é acompanhada por uma maior participação de termelétricas, destacadamente o Gás Natural. De fato, conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a participação deste entre as fontes de eletricidade no Brasil evoluiu de 3,16% em 2001 para um pico de 15,18% em 2014 (EPE, vários anos). Observa-se, paralelamente, um considerável aumento no PLD.

Gráfico 4 – Participação das Fontes de Energia Elétrica e PLD SE/CO



Fonte: EPE e CCEE, vários anos

Tidas anteriormente como uma solução temporária e flexível ao sistema, um seguro residual do SEB, aos poucos as termelétricas abandonaram esse papel e passaram, também, a compor a base de um Sistema cada vez mais hidrotérmico, para o qual as mesmas não foram planejadas. Dessa forma, observa-se que, desde 2012, as tarifas se encontram em patamares muito elevados.

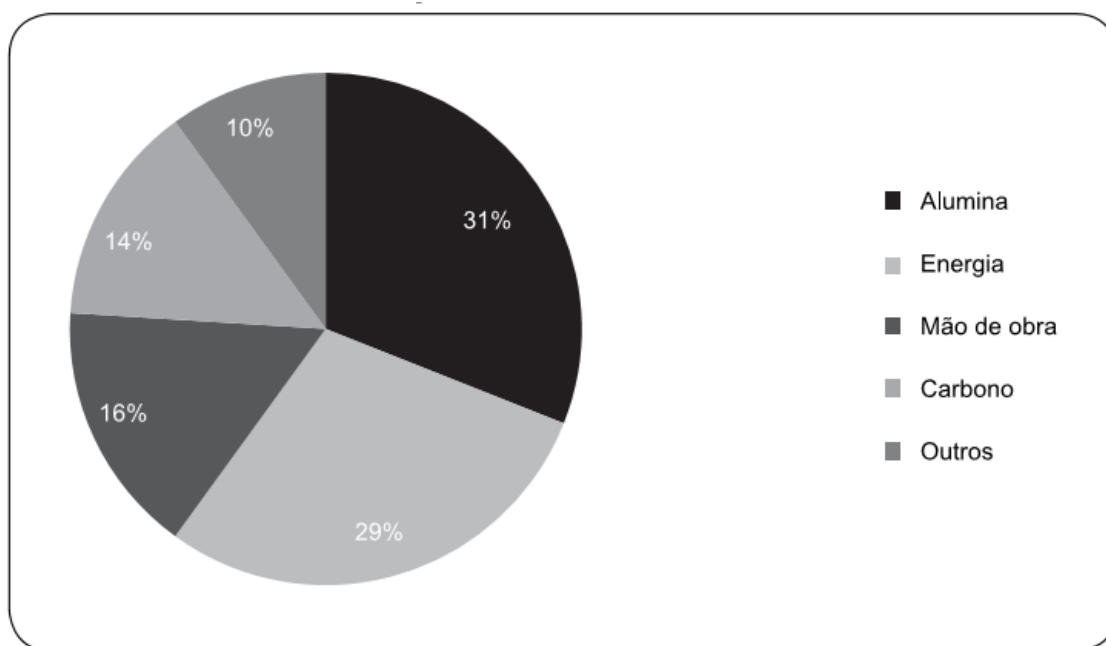
Nesse sentido, diferentemente das crises anteriores, o Esgotamento do Potencial Hidrelétrico Brasileiro introduz um alto grau de radicalidade à crise atual. Na medida em que esta não se mostra simplesmente organizacional ou institucional, mas sim de limitação de Recursos, suas consequências projetam profundas dúvidas sobre o futuro das Indústrias que necessitam de energia para garantir sua competitividade, como é o caso da Indústria do Alumínio.

Capítulo II – Bauxita e Alumina

A fim de que se possa seguir com o Estudo da Indústria do Alumínio no Brasil e sua produção nos últimos anos, faz-se necessária, além do histórico sobre a evolução do Setor Elétrico Brasileiro, uma análise das duas outras principais matérias primas que envolvem sua Cadeia Produtiva. Este capítulo apresentará, dessa forma, definições e propriedades relevantes, além de um panorama do mercado mundial da Bauxita e da Alumina, bem como a inserção brasileira nessa Cadeia Global.

As principais matérias primas utilizadas na Produção do Alumínio Primário são a Alumina (obtida a partir do beneficiamento da Bauxita) e a Energia. O Gráfico 5 ilustra a importância de ambas nos custos médios que compõem a produção do metal.

Gráfico 5 – Custo Médio de Produção de Alumínio (primeiro trimestre de 2009)



Fonte: CRU, 2009. Citado em CARDOSO, 2011

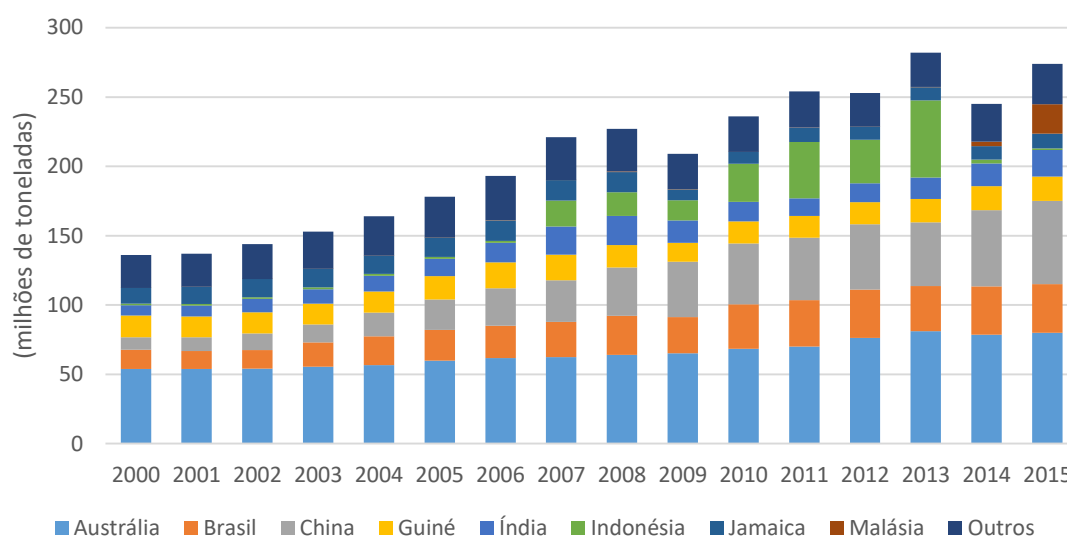
II.1 Características da Bauxita e sua Estrutura de Mercado

Presente principalmente em locais de clima subtropical e tropical, a Bauxita é um tipo de rocha de tom avermelhado que contém o Alumínio em diferentes formas, como Gibbsita ($\text{Al}(\text{OH})_3$ – Hidróxido de Alumínio), Boemita e Diáspora ($\text{AlO}(\text{OH})$ – Óxido-Hidróxido de Alumínio), além de outras substâncias como Óxido de Ferro, Dióxido de Titânio, Silicato de Alumínio, impurezas e misturas de Sílica. (WORLD ALUMINIUMa)

A Bauxita é um minério geralmente encontrado próximo à superfície, sendo a rocha, em geral, extraída a céu aberto e em profundidades que normalmente variam entre 2 a 6 metros, chegando a até 40 metros em casos excepcionais e em terrenos com uma extensão relativamente pequena, comparada a outras atividades de mineração. Em 2012, a área total minerada para obtenção de Bauxita era de cerca de 30km^2 (ABAL, 2012). Após a extração, a rocha é transportada para uma planta de beneficiamento, onde o material é britado, moído, lavado, para enfim ser separado e seco para que esteja pronto para a etapa de refinamento. São necessárias aproximadamente 5 toneladas de Bauxita para se produzir 2 toneladas de Alumina (NAPPI, 2013); (CARDOSO, 2011).

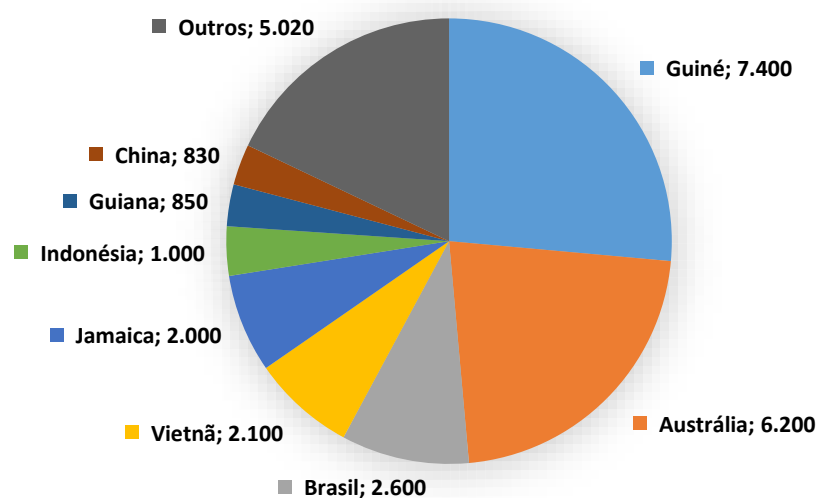
A exploração de reservas de Bauxita no Mundo sofreu alterações significativas ao longo do tempo. Em 1972, os maiores produtores no mundo eram Austrália, Jamaica, Suriname e URSS, com 20%, 18%, 11% e 10%, respectivamente, sobre uma Produção Global de 71 milhões de toneladas (NAPPI, 2013). Entretanto, com o passar dos anos e novas pesquisas e descobertas de reservas, a Austrália se mostrou a única entre as nações supracitadas a sustentar uma posição de destaque entre os produtores do minério, com uma participação, em 2000, ainda mais significativa (39%), acompanhada agora por Guiné (12%), Brasil (10%), Jamaica (8%) e China (7%), sobre um total de 136 milhões de toneladas, de acordo com a (USGSb, 2000). O Gráfico 6 ilustra a evolução da produção global do minério, com destaque para os maiores produtores. Já o Gráfico 7 apresenta os maiores detentores de reservas de Bauxita no mundo.

Gráfico 6 – Produção Global de Bauxita



Fonte: (USGSb, 2000 a 2015)

Gráfico 7 – Reserva Global de Bauxita (milhões de toneladas)



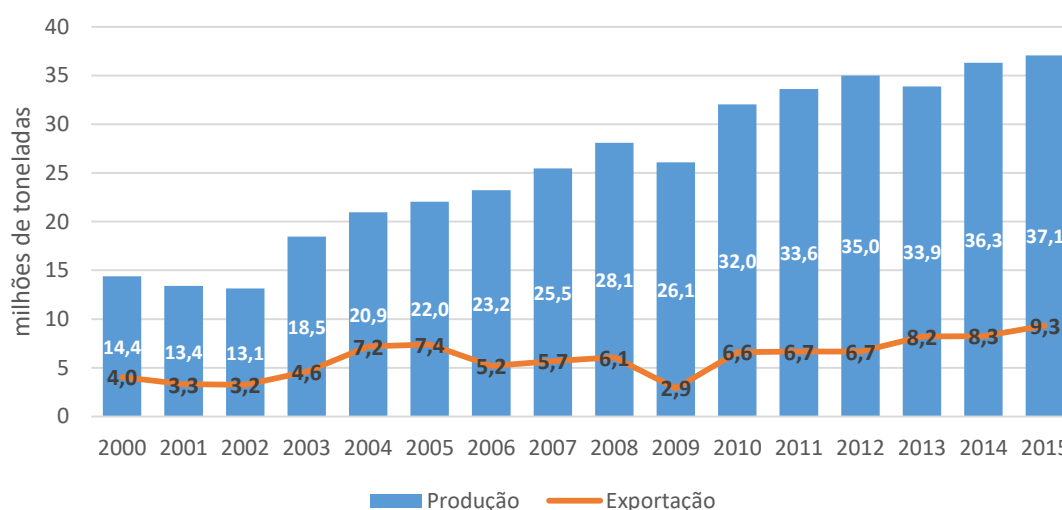
Fonte: (USGSb, 2015)

Conforme (MACHADO, 1985), até a década de 1960 as reservas conhecidas no Brasil resumiam-se as de Minas Gerais, somando 100 milhões de toneladas. Entretanto, a partir de 1963 a *Aluminium Company of Canada Ltd* (Alcan), seguida posteriormente por outras empresas, iniciou descobertas na região Amazônica (Trombetas) de grandes reservas de bauxita que passariam a ser exploradas pela

Mineração Rio do Norte (MRN), a maior produtora de Bauxita do Brasil.

A partir de 1979, a MRN iniciou a produção do minério, registrando 413 mil toneladas, aproximadamente 25% do volume produzido no Brasil naquele ano. Com um crescimento médio considerável de 12,9% a.a. a MRN atingiu, em 2015, o volume de 17,8 milhões de toneladas, ou, aproximadamente, 66% da produção nacional. Entre as demais produtoras de Bauxita no país, destacam-se Alcan, Alcoa, CBA e Hydro. O Gráfico 8 mostra a evolução da Produção de Bauxita no Brasil e da quantidade exportada nos últimos anos.

Gráfico 8 – Produção de Bauxita no Brasil



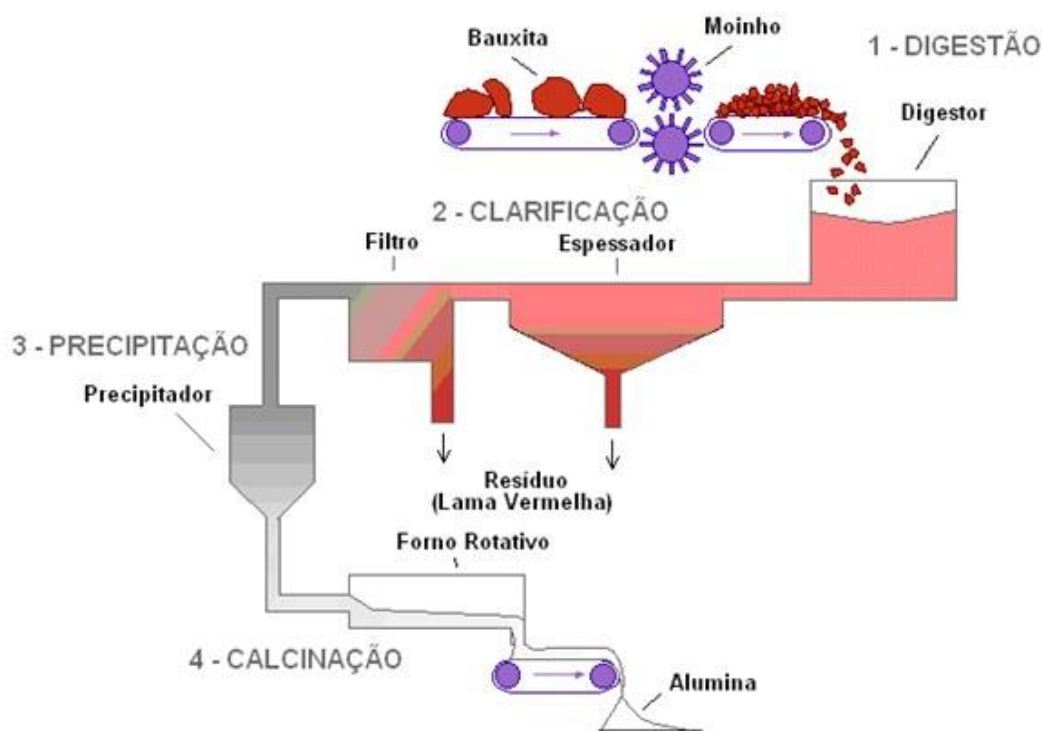
Fonte: (USGSb, 2000 a 2015), MDIC, Sistema Aliceweb (NCM 2606.00.11)

Nota-se, pelas informações supracitadas, que o Brasil sustenta posição de destaque no Mercado global de Bauxita, tanto em termos de reservas quanto em termos de Produção anual. Tratando-se de comércio exterior, com exceção dos anos de 2004, 2005 e 2009, o Brasil exporta uma parcela entre 20% e 30% de sua produção.

II.2 Características da Alumina e sua Estrutura de Mercado

A Alumina constitui-se, conforme Gráfico 5, como a matéria prima mais importante na produção do Alumínio Eletrolítico (Primário), sendo obtida a partir do refinamento dos minérios de Alumínio contidos na Bauxita. Para isto, como ilustrado na Figura 1, faz-se uso do chamado Processo Bayer, pelo qual a Bauxita é misturada à Soda Cáustica, gerando o Aluminato de Sódio numa solução em meio a outros resíduos que, após filtragem e sedimentação é resfriada e precipitada formando o Hidrato. Através da Calcinação do Hidrato obtém-se a Alumina em forma de pó branco (WORLD ALUMINIUMb). São necessárias aproximadamente 2 toneladas de Alumina para se produzir 1 toneladas de Alumínio Primário (CARDOSO, 2011).

Figura 1 - Esquema de Produção de Alumina – Processo Bayer



Fonte: SILVA FILHO, 2007

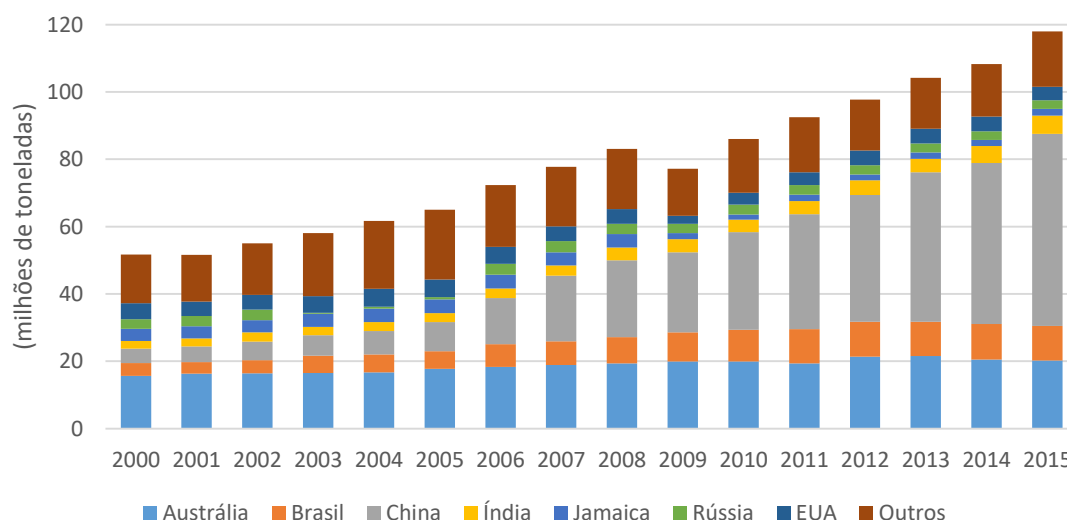
Durante muitos anos, a distribuição global da Indústria do Alumínio refletiu a necessidade de metal na Indústria dos países desenvolvidos. Dessa forma, a partir da obtenção da Bauxita em reservas espalhadas pelo mundo, a produção do Óxido de Alumínio era realizada nas economias mais desenvolvidas, pela proximidade

das fábricas que produzem o Metal Primário. Assim, em 1972, EUA (25%), URSS (12%), Japão (7%), França (5%) e Alemanha (4%), as maiores economias do mundo na época, concentravam mais de 50% da produção global de Alumina, de acordo com (NAPPI, 2013), apesar de produzirem, somados, menos 15% da Bauxita mundial (USGSb, 1972).

Após significativas mudanças na distribuição dos produtores de Alumina no Mundo, observou-se uma nova tendência, caracterizada pela concentração da produção da Alumina nos países que dispõem das maiores reservas de Bauxita e recursos energéticos, refletindo, assim, a busca por maior eficiência na Cadeia de Produção. (NAPPI, 2013).

Em 2000, conforme dados da (USGSb, 2000) os principais produtores da matéria prima eram Austrália (30%), EUA (com 9%), China (8%), Brasil (7%) e Jamaica (7%), sendo estes, exceção feita aos EUA, os maiores produtores de Bauxita no período. O Gráfico 9 ilustra a evolução da Produção Global de Alumina nos últimos anos.

Gráfico 9 – Produção Global de Alumina

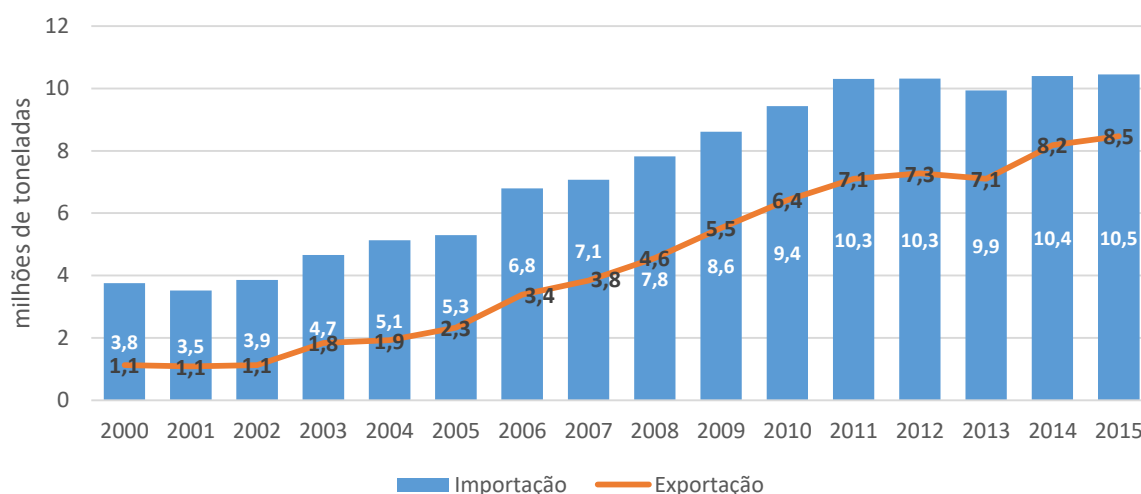


Fonte: (USGSb, 2000 a 2015)

Entre as produtoras nacionais de Alumina, destaca-se a Alunorte, cuja produção teve início em 1995, com 215 mil toneladas, ou 10% da produção brasileira. Nesse

período, o Brasil tinha participação de 5% na produção global da *commodity*. Com um crescimento médio de 18,3% a.a., a produção da Alunorte atingiu em 2015 o nível de 5,96 milhões de toneladas, ou 57% da produção total brasileira, consolidando-a como a principal produtora nacional. (Abal, vários anos) e (USGSb, 1995 a 2015). O Gráfico 10 apresenta a evolução da produção de Alumina e do volume exportado nos últimos anos.

Gráfico 10 – Produção de Alumina no Brasil



Fonte: (USGSb, 2000 a 2015), MDIC, Sistema Aliceweb (NCM 2818.20.10)

Assim como observado na Bauxita, o Brasil se sustenta nos últimos anos como um dos maiores produtores mundiais de Alumina. No entanto, o percentual da produção brasileira de Alumina destinado às exportações teve aumento considerável e linear nos últimos anos, partindo de 30% em 2000 e alcançando 81% da produção em 2015.

Capítulo III – O Alumínio e a Produção Nacional no período 2000-2015

Este capítulo apresentará o propósito final da pesquisa, com a definição das propriedades do Alumínio Primário, uma visão geral sobre o mercado global do metal e a inserção do Brasil neste. Ademais, será apresentado um breve histórico dos produtores nacionais, bem como sua produção no período 2000-2015, quais sejam Eletro Química Brasileira S/A (Elquisa), Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), Aluminium Company of Canada Ltd (Alcan)/Novelis do Brasil, Aluminum Company of America (Alcoa), Valesul Alumínio S/A (Valesul), Albras Alumínio Brasileiro AS (Albras) e Consórcio de Alumínio do Maranhão (Alumar).

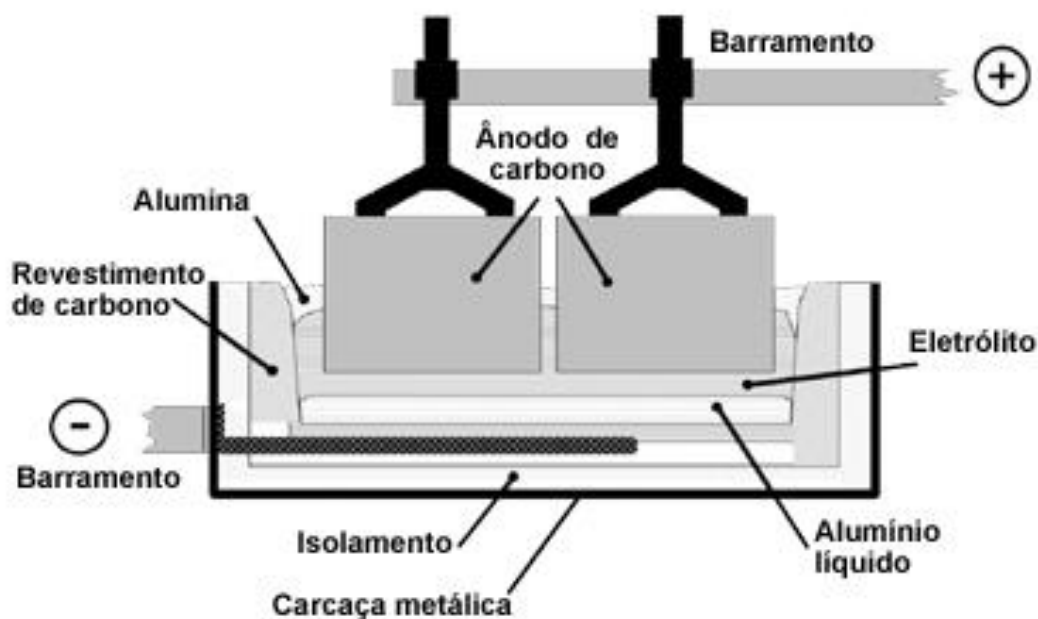
Finalmente, os dados serão apresentados de forma consolidada para uma análise final.

III.1 Características do Alumínio Primário e sua Estrutura de Mercado

O Alumínio em sua forma metálica (Alumínio Primário), é produzido a partir da redução eletrolítica da Alumina, no processo Hall-Héroult. O processo consiste em passar grande quantidade de energia por uma solução (Eletrólito) de Alumina (Al_2O_3) e Criolita (Na_3AlF_6), tendo sido elaborado em 1886, simultaneamente e de maneira independente, por dois diferentes cientistas: o americano Charles Martin Hall e o Francês Paul Héroult. (KVANDE, 2014). A Figura 2 ilustra o processo.

O Alumínio metálico destaca-se por sua alta durabilidade e leveza, podendo ser refundido sem apresentar perdas de propriedades químicas, sendo assim, altamente reciclável e sustentável.

Figura 2 – Processo Hall-Héroult

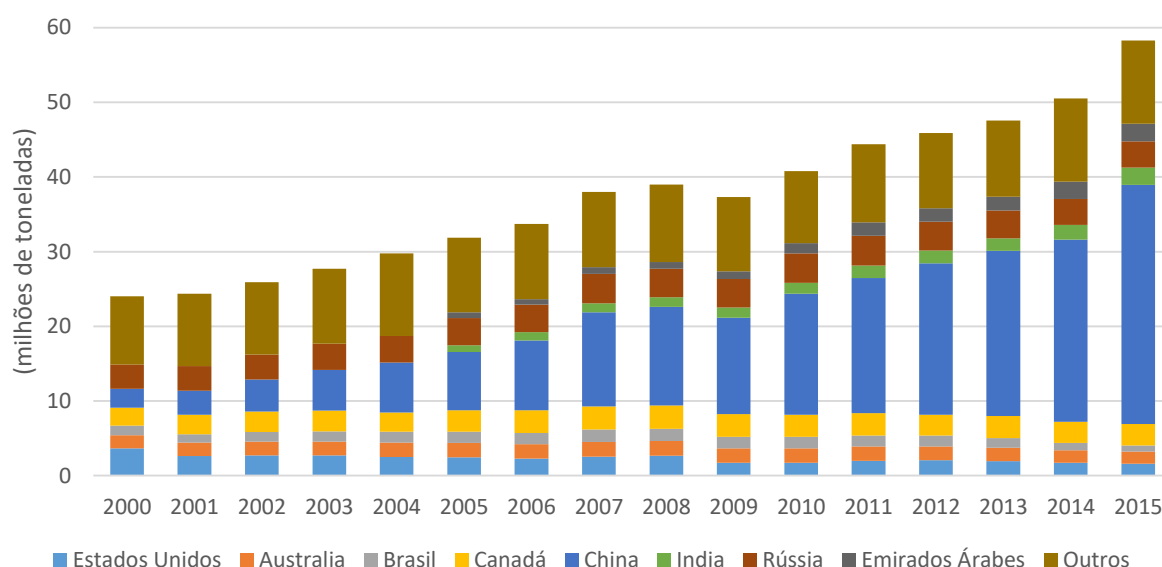


Fonte: ABAL

De acordo com (NAPPI, 2013), em 1972, os maiores produtores mundiais de Alumínio eram EUA (32%), URSS (16%), Japão (9%), Canadá (8%) e Noruega (5%), sobre um volume de 11,7 milhões de toneladas. Portanto, a maior parte da produção se dava nos países mais avançados da época. Entretanto, com o passar dos anos, a Indústria do Alumínio Primário, assim como a da Alumina, se realocou globalmente em busca de melhores custos de Produção. Enquanto na última o principal fator nos custos era a Bauxita, razão pela qual houve deslocamento para os maiores produtores do minério, no caso do Metal, o principal fator relacionado aos custos é a Energia. Como tratado em (NAPPI, 2013), cerca de 70% da variação dos custos de produção do Alumínio Primário está relacionada a custos com energia, dado que a Alumina, não apresenta preços muito divergentes entre si nos diferentes países.

Em 2000, conforme dados da (USGSa, 2000) os principais produtores do Alumínio Primário eram EUA (com 15%), Rússia (13%), China (11%), Canadá (10%), Austrália (7%) e Brasil (5%). O Gráfico 11 ilustra a produção global de Alumínio Primário nos últimos anos.

Gráfico 11 – Produção Global de Alumínio Primário



Fonte: (USGSa, 2000 a 2015)

A China se destaca como grande produtor não apenas pela grande disponibilidade de energia barata que possui, mas também por particularidades como sua política comercial entre as províncias, subsídios e gestão da taxa de câmbio. Exceção feita aos EUA, os demais grandes produtores (Rússia, Canadá, Austrália e países do Oriente Médio) possuem ampla disponibilidade energética a preços relativamente baixos (NAPPI, 2013).

III.2 Os Produtores Nacionais de Alumínio Primário

III.2.1 ELQUISA – Saramenha-MG

No fim da década de 30, no governo Getúlio Vargas, havia grande interesse na instalação de uma indústria de base no país para fomentar o processo de industrialização, especialmente no contexto pré-guerra em que o Brasil buscava se preparar para uma escassez de produtos, importados até então dos EUA e Europa.

Durante a Segunda Guerra, haviam dois projetos para a implantação de fábricas

de alumínio Primário no Brasil: o projeto da Elquisa e o da CBA. Em meio a um apoio declarado do Governo, a Elquisa conseguiu colocar seu plano em prática, construindo uma fábrica em Saramenha-MG visando a produção de 2,5 mil toneladas/ano. Houve certo atraso devido à demora na implementação usinas hidrelétricas do Rio Maynart, que garantiriam o abastecimento de energia necessário. Entretanto, duas semanas antes do fim da Guerra, a Elquisa pôde iniciar sua produção, com o primeiro lote de lingotes produzidos no Brasil em Março de 1945 (MACHADO, 1985).

Logo após o início das operações, porém, a Elquisa se mostrou uma vítima da conjuntura internacional. Após o fim da Guerra, devido à grande expansão de capacidade de produção global de alumínio para atender a demanda da indústria bélica, a normalização do consumo mundial do metal gerou um enorme excesso de oferta. Sem o apoio outrora explícito do Governo, uma grande quantidade de Alumínio (cerca de 2,7 mil toneladas) foi importada pelo Brasil e, em 1946, a Elquisa interrompeu a produção, devido à falta de recursos para importar matéria-prima, tendo produzido, assim, apenas 480 toneladas em 1945.

O Projeto da Elquisa baseava-se na descoberta de jazidas próprias de bauxita. Nesse caso, as descobertas no fim da década de 20 de reservas no Morro do Cruzeiro, próximas a Ouro Preto, que, na década de 30, eram usadas na produção de sulfato de alumínio para tratamento de água em São Paulo.

A partir de 1951, após concluir negociação com a Alcan para que essa adquirisse a Elquisa, a planta de Saramenha voltou a produzir alumínio primário (MACHADO, 1985).

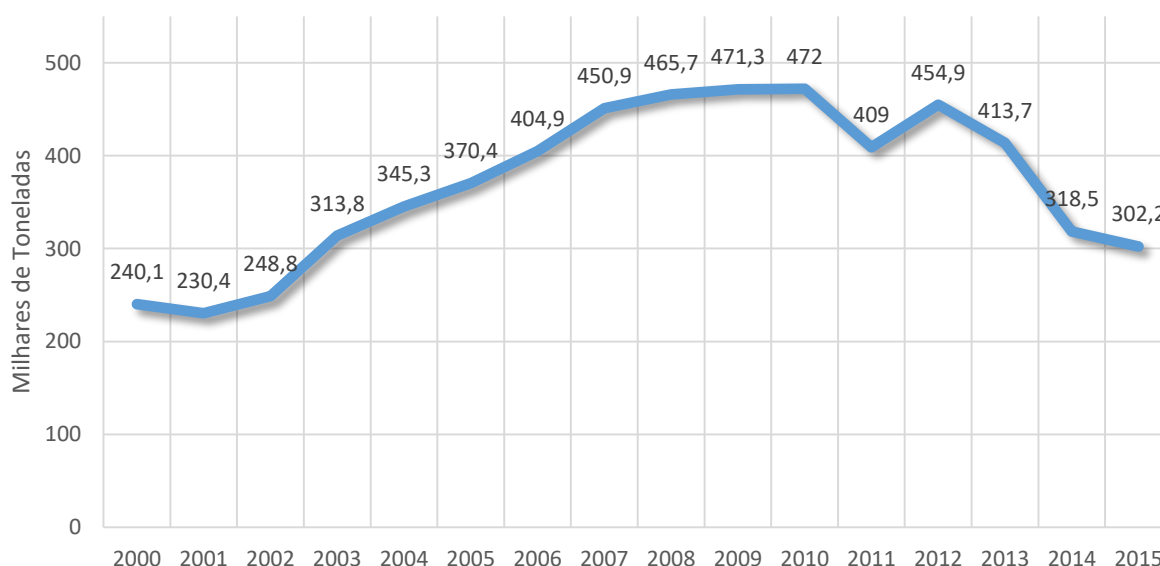
III.2.2 CBA – Alumínio-SP

Planejado para produzir 7 mil toneladas por ano, o projeto da CBA ficou estagnado a partir do fim da Segunda Guerra pela falta de atratividade do negócio, conforme (MACHADO, 1985). De fato, como observa o autor, após a derrocada da Elquisa, o

projeto original foi alterado, incluindo produção de ligas, laminação, extrusão e trefilação, para que se mantivesse sustentável ainda que enfrentasse dificuldades conjunturais semelhantes.

Apesar de ter se baseado no suprimento de Bauxita de Poços de Caldas, MG, as fábricas da CBA (para produção de Alumina, metal e semimanufaturados) foram construídas no interior de São Paulo, dada a perspectiva de maior disponibilidade de energia elétrica e lenha. Seguindo políticas internas, a CBA optou pela construção de usinas hidrelétricas a fim de garantir certo grau de independência em relação às empresas geradoras. A operação integrada da CBA teve início em 1955, com a produção de mil toneladas. (MACHADO, 1985)

Gráfico 12 – Produção Anual da CBA



Fonte: Abal (2000 a 2016)

Como pode-se auferir do Gráfico 12, entre os anos de 2000 e 2010 a produção da CBA se mantinha em uma trajetória ascendente, exceção feita a 2001, que vem a ser o ano do racionamento de energia.

Após esse período, observa-se uma queda de produção considerável em 2011, com recuperação no ano seguinte. Entre 2013 e 2015, entretanto, a produção tem quedas consecutivas, sendo a mais significativa delas no ano de 2014, auge, até então, da Crise Estrutural e dos preços de Energia Elétrica no Brasil.

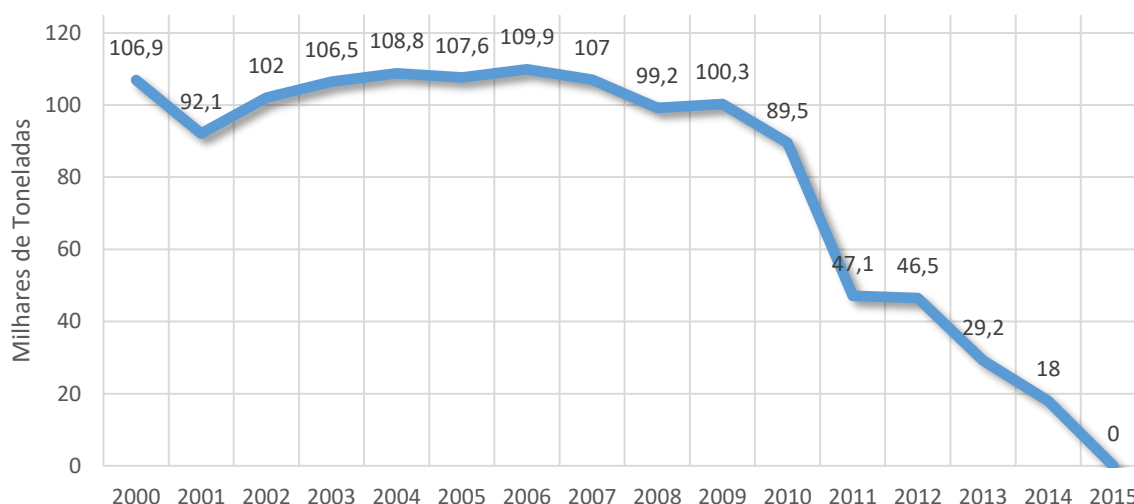
III.2.3 ALCAN / NOVELIS – Saramenha-MG e Aratú-BA

As operações da Alcan tiveram início no Brasil através da Alumínio do Brasil S/A, que efetuava a venda do material importado do Canadá, bem como sua transformação. Em 1950, entretanto, após alguns estudos, a Alcan adquiriu da Elquisa a fábrica de Alumina, a fábrica produção de Alumínio Primário, a fábrica de ferro ligas e as usinas hidrelétricas. A partir de 1958 a empresa passou a se chamar Alumínio Minas Gerais – Aluminas – e teve duas expansões de capacidade até atingir 60 mil toneladas/ano em 1979 (MACHADO, 1985).

Em 1972, a Alcan inaugurou uma nova empresa, com fábrica em Aratú, BA: A Alunordeste, com capacidade inicial de 28 mil toneladas/ano, sendo expandida treze anos depois a 58 mil toneladas/ano (ABAL, 2004).

A partir de 2005, seguindo uma cisão de ativos da Alcan, as plantas de Saramenha e Aratú passam a ser controladas pela Novelis do Brasil, subsidiária da Novelis Inc. (ABAL, 2015).

Gráfico 13 – Produção Anual da Alcan/Novelis



Fonte: Abal (2000 a 2016)

Como observado no caso da CBA, podemos avaliar no Gráfico 13 uma primeira queda de produção no ano do Racionamento de Energia (2001) e novos cortes no

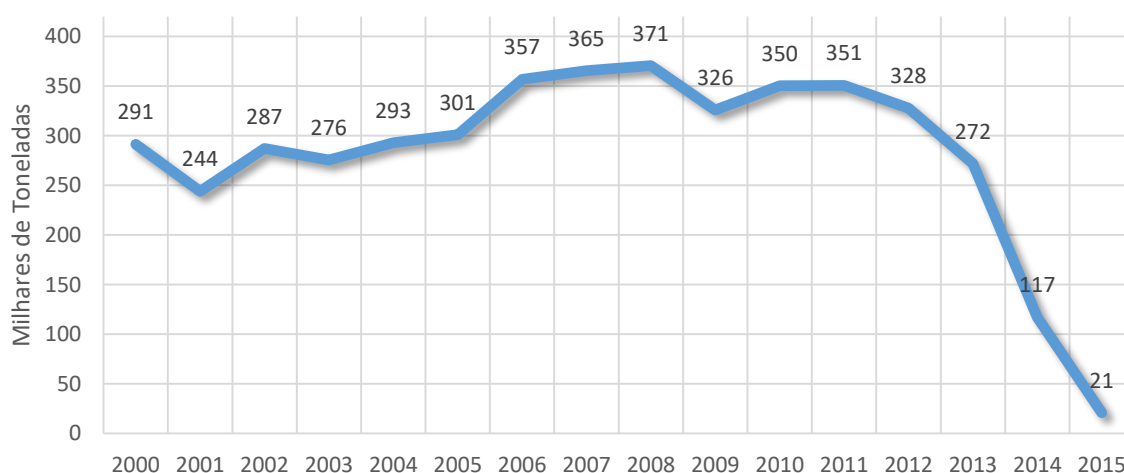
período da Crise Financeira Internacional. Porém, diferentemente da CBA, as operações da Novelis não resistiram à conjuntura do período, tendo a fábrica de Aratú sido fechada em 2011 e a de Saramenha, mais tarde, em 2015, período marcado pela escalada dos preços de Energia no Brasil.

III.2.4 ALCOA – Poços de Caldas-MG e São Luís-MA

A Alcoa iniciou sua participação na produção de Alumínio no Brasil a partir da compra da Cia. Geral de Minas, empresa que detinha concessões de exploração de bauxita em Poços de Caldas, no início da década de 1960. Em 1967 foi formada a Companhia Mineira de Alumínio – Alcominas, tendo como sócios a Alcoa (68%) e a Hanna Mining (32%), que iniciou operações de produção de Alumínio em 1970, com capacidade nominal de 25 mil toneladas/ano, e registrando 7,9 mil toneladas produzidas no primeiro ano de operação (MACHADO, 1985).

O Projeto Alcominas passou, em seguida, por dois processos rápidos de expansão: em 1976 a capacidade foi ampliada a 60 mil toneladas/ano e, três anos mais tarde, a terceira linha de forno acrescentou mais 30 mil toneladas à sua capacidade anual (ABAL, 2004).

Gráfico 14 – Produção Anual da Alcoa



Fonte: Abal (2000 a 2016)

O Gráfico 14 demonstra, não apenas os dados de produção referentes à planta de Alumínio localizada em Poços de Caldas, mas também à participação da Alcoa no consórcio Alumar (que será tratado posteriormente).

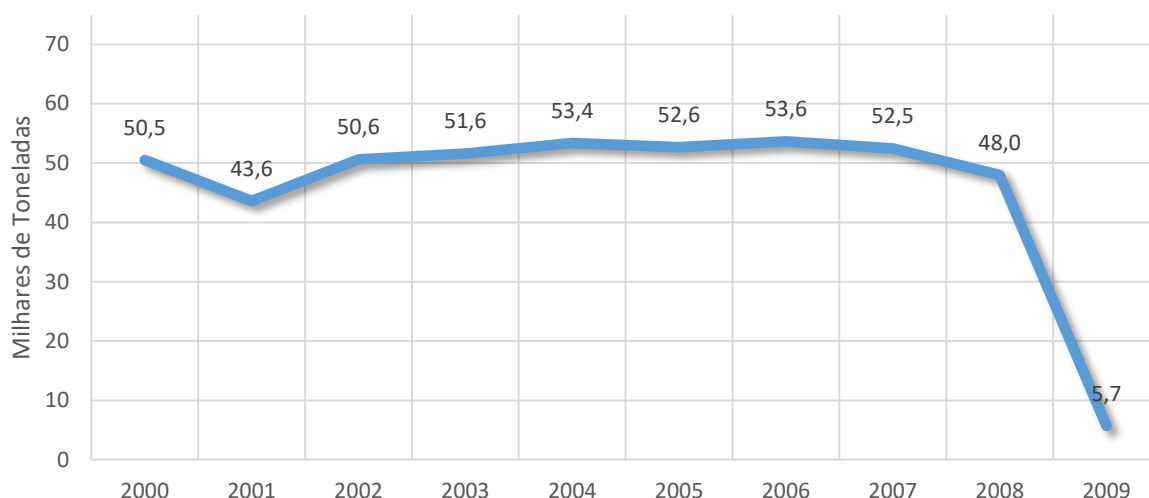
Observa-se que 2001 foi um ano de redução para mais um produtor de Alumínio no Brasil, em meio à Crise de Abastecimento. Há nova redução significativa em 2009, no período que abrange a Crise Financeira Global, com recuperação nos dois anos seguintes. Entretanto, o período mais crítico para a Alcoa pode ser observado entre os anos de 2012-2015, cujos cortes culminaram no fechamento das suas plantas: a fábrica de Alumínio Primário de Poços de Caldas teve produção suspensa em 2014 e o de São Luís (Alumar) suspendeu a produção em 2015.

III.2.5 VALESUL – Rio de Janeiro-RJ

Conforme (MACHADO, 1985), em meados da década de 70, durante a fase de estudo e negociações com potenciais sócios para um outro projeto no Norte do país (ALBRAS), baseando-se no cenário da época, com aumentos sucessivos das importações de Alumínio, a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) deu início à construção de uma Fábrica de Alumínio Primário no litoral do Sudeste brasileiro, para, utilizando-se do fornecimento de Alumina importada, suprir o excesso de demanda da região, mantendo a posição auto suficiente do Brasil até que o projeto Albras se tornasse realidade.

O projeto inicialmente chamava-se ALSUL – Alumínio do Sul. A partir de 1975, a CVRD recebeu importante confirmação da Eletrobrás a respeito da viabilidade do projeto em relação à perspectiva de capacidade energética da região. Em 1982, o módulo com capacidade nominal de 86,5 mil toneladas/ano foi concluído no Rio de Janeiro, sob a nova alcunha de Projeto VALESUL, sendo esta uma parceria entre CVRD (53%), Billiton (44%) e Reynolds (3%), registrando produção de 24,2 mil toneladas.

Gráfico 15 – Produção Anual da Valesul – Participação da CVRD



Fonte: Abal (2000 a 2016)

Conforme o Gráfico 15, além da redução em 2001, ano do racionamento, comum aos outros produtores, a partir do fim de 2008 a Valesul decidiu encerrar suas atividades, em meio à Crise Financeira Global. Considera-se, nesse gráfico, apenas a participação da CVRD no Projeto, dado que, posteriormente, serão analisadas as participações da Billiton/South32, em ambos os Projetos Valesul e Alumar.

III.2.6 ALBRAS – Barcarena-PA

Em um contexto Global, e especialmente brasileiro, de dificuldades econômicas, entre o fim da década de 70 e o início da década de 80, as negociações para início do Projeto ALBRAS se estenderam por muito tempo (MACHADO, 1985).

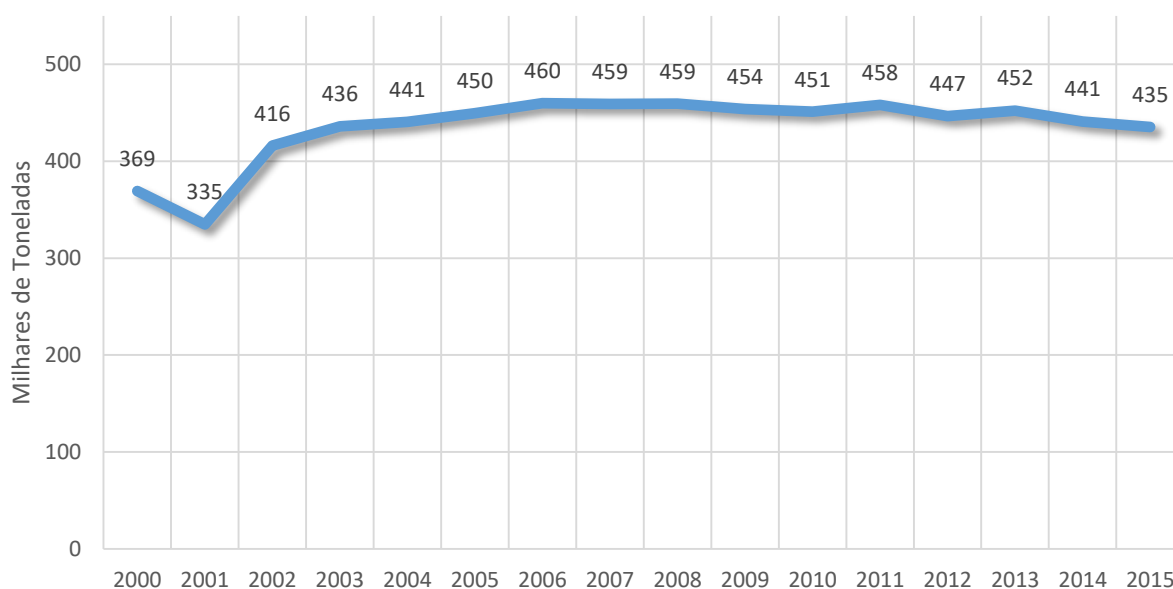
As discussões para produção de Alumínio no Norte do país, tiveram início em 1973 entre a CVRD e sócios japoneses, paralelamente ao Projeto Alunorte, voltado para a produção de Alumina na região.

A inserção da CVRD no projeto se dá a partir da descoberta de jazidas de Bauxita na região de Trombetas e dos acordos de participação da empresa na industrialização do minério do Norte do país, que simbolizaram o início de seu

processo de diversificação em relação às atividades de minério de ferro, a partir de 1971.

Após garantias do Governo sobre a parte estrutural do Projeto (porto, comunicações e rodovias) e, principalmente, o suprimento de energia elétrica pela Eletronorte a um preço convidativo, fixado por 25 anos e indexado ao preço do metal no mercado, o projeto foi assinado em 1976. Apenas em 1985, entretanto, a Albras, com capacidade inicial de 80 mil toneladas/ano, começou a produzir o metal, com um total de 8,5 mil toneladas no primeiro ano. (MACHADO, 1985)

Gráfico 16 – Produção Anual da Albras



Fonte: Abal (2000 a 2016)

Já no ano de 1986 a capacidade nominal atingiu 160 mil toneladas/ano, tendo passado por mais duas grandes expansões a 360 mil toneladas/ano em 1999 e 460 mil toneladas/ano em 2005 (ABAL, 2004 e 2006).

O Gráfico 16 demonstra que, exceção feita à redução no período do Racionamento Energético em 2001, a Albras manteve sua produção em um patamar elevado, com reduções relativamente pequenas nos períodos mais críticos dentro do horizonte analisado.

III.2.7 ALUMAR – São Luís-MA

No início da década de 70, a Alcoa Alumínio S/A, antiga Companhia Mineira de Alumínio (ALCOMINAS), estava para atingir o limite de sua capacidade produtiva de Alumina e Alumínio de, respectivamente, 230 mil toneladas/ano e 90 mil toneladas/ano, considerando-se as reservas de bauxita de que dispunha em Poços de Caldas. Nesse sentido, estava claro que a continuidade de expansão da sua produção dependeria de outras reservas do minério.

A partir das descobertas das enormes reservas de Bauxita no Norte do país pela Companhia de Mineração de Santarém (COMISA), da qual a Alcoa era associada, a empresa passou a ter direito de exploração sobre 260 milhões de toneladas na região, o que, aliado ao sucesso do projeto da Alcominas, incentivou a gigante americana a investir novamente em capacidade produtiva no Brasil. (MACHADO, 1985)

Em 1980 foi apresentado o projeto para construção de fábricas de 500 mil toneladas/ano de Alumina, 100 mil toneladas/ano de metal primário, ambas em São Luís – MA, bem como a absorção de uma fábrica de transformação de 50 mil toneladas/ano em Itapissuma – PE, pertencente até então à Alumínio S/A (ASA). A partir de 1984 iniciou-se a produção de Alumínio da Alumar, com 10,4 mil toneladas.

A Eletronorte, com a Usina de Tucuruí, foi fundamental para a execução do projeto garantindo o fornecimento energético. O Governo Federal, através de uma portaria em agosto de 1979, assegurou redução de 15% sobre a tarifa normal para a Indústria do Alumínio, e também um teto de 20% sobre o valor do metal no mercado internacional. Além desses benefícios, o projeto teve isenção de Imposto de Importação para equipamentos, e de Imposto de Renda por 10 a 15 anos (MACHADO, 1985).

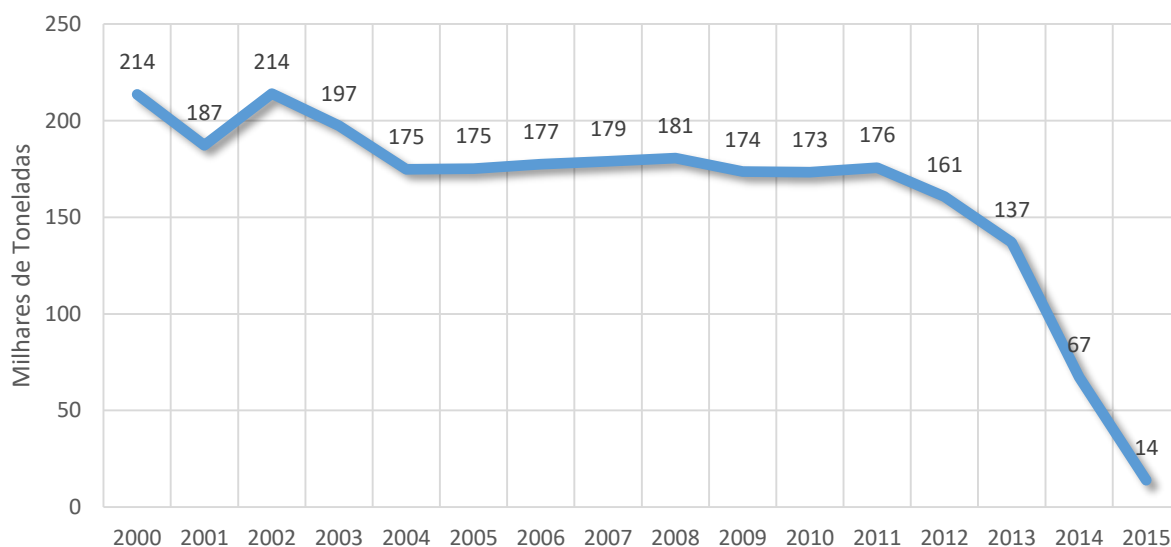
A partir de setembro de 1981, a Billiton Metais, empresa do então grupo Shell-Billiton, associou-se ao projeto, passando a deter 40% dos direitos sobre o Projeto Alumar. Em 1984, dadas as divergências de interesse entre Alcoa e Hanna Mining,

a Alcoa concluiu a aquisição de toda a participação da sua ex-sócia, adquirindo, então, 100% da Alcoa Alumínio S/A e, conseqüentemente, 60% do Projeto de São Luís.

III.2.8 Billiton – Rio de Janeiro-RJ e São Luís-MA

Conforme tratado anteriormente, a Billiton Metais possuía 44% de participação no Projeto Valesul e 40% no Consórcio Alumar.

Gráfico 17 – Produção Anual da Billiton/South32



Fonte: Abal (2000 a 2016)

Como observado nos dados de produção das sócias da Billiton/South32 nos projetos Valesul (CVRD) e Alumar (Alcoa), o Gráfico acima apresenta também reduções significativas referentes ao ano da Crise de Abastecimento (2001). O impacto do processo de encerramento das operações da Valesul não se mostra muito expressivo no biênio 2008-2009, dado o volume consideravelmente maior de produção do Consórcio Alumar.

Nesse sentido, assim como observado no caso da Alcoa, a derrocada definitiva do Consórcio Alumar se dá a partir de 2012, tendo as atividades sido suspensas três

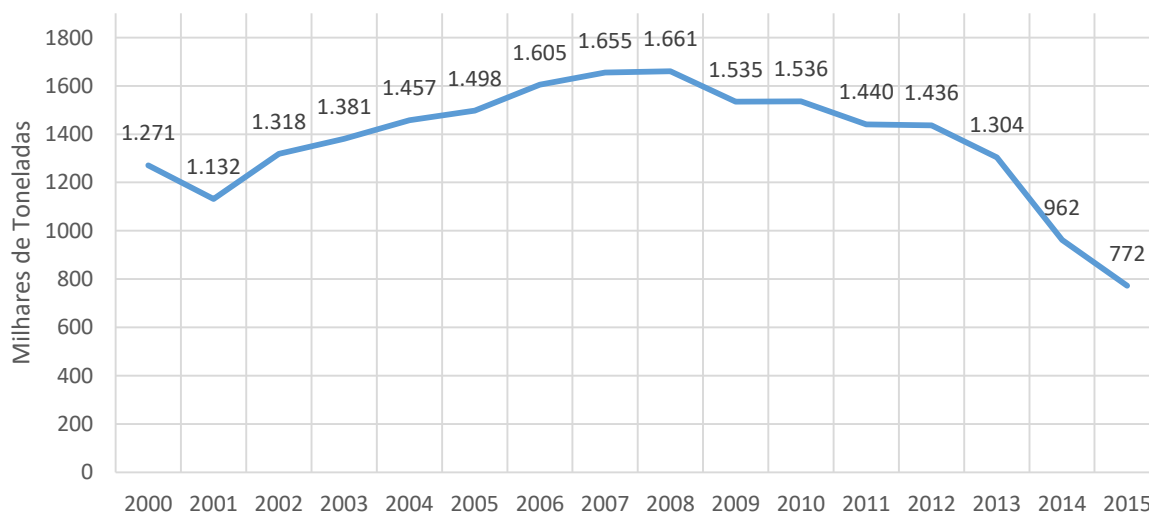
anos depois.

III.3 Consolidação dos Dados e Análises Finais

A partir dos dados apresentados até então neste Capítulo, parte-se para a consolidação dos mesmos, como se segue:

Conforme o Gráfico 18, a tendência observada individualmente em cada empresa está preservada nos dados consolidados. Isto é, nota-se os impactos no ano do Racionamento de Energia (2001), bem como no período da Crise Financeira Global. O período entre 2012 e 2015, com cortes e fechamentos de fábricas encerra-se com uma produção de 772 mil toneladas, representando, portanto, 46,6% do pico de produção registrado em 2007, além de uma taxa média de encolhimento de 2,6% da produção anual desde 2000.

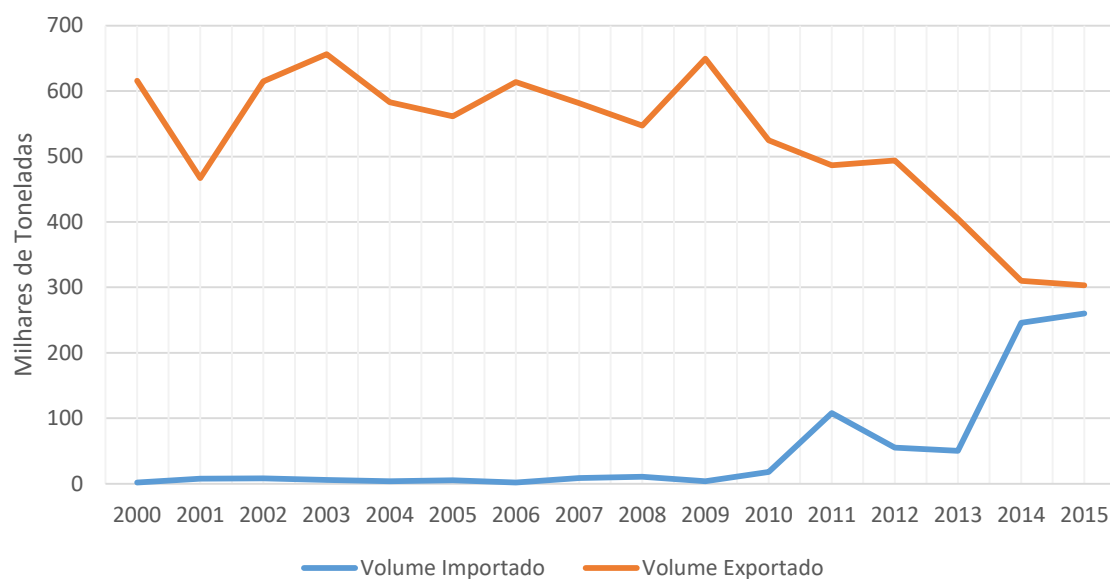
Gráfico 18 – Produção Anual da Indústria Brasileira do Alumínio



Fonte: Abal (2000 a 2016)

Nesse período, observa-se no Gráfico 19 que o volume exportado brasileiro teve drástica redução, acompanhado por um significativo aumento das Importações.

Gráfico 19 – Importações x Exportações de Alumínio Primário do Brasil



MDIC, Sistema Aliceweb (NCM 7601.10.00)

Pode-se notar uma quase convergência dos números em 2015, com pequeno saldo de 43 toneladas a favor das exportações, o que reflete um fornecimento líquido de Alumínio cada vez menor do Brasil para o resto do mundo.

CONCLUSÃO

O Brasil dispõe de uma considerável vantagem comparativa em relação a muitos de seus pares internacionais pela ampla possibilidade de utilização de recursos hidráulicos para Geração de Energia Elétrica. Tal vantagem é, em geral, usufruída especialmente por setores Eletro Intensivos, como é o caso da Indústria do Alumínio.

Tratando-se do Setor Elétrico Brasileiro, observa-se que, a partir da Regulamentação do Código de Águas em 1934, o Governo Federal deu início à Regulação do Sistema Elétrico Brasileiro e, na década de 1960, avançou num processo de Gestão Centralizada e Verticalizada do SEB, através da criação de diversas empresas estatais e grandes investimentos em infraestrutura. Concomitantemente, surgiram no Brasil as primeiras fábricas para produção de Alumínio Primário (Elquisa e CBA) entre as décadas de 1940 e 1960.

Na década de 1990, num contexto de escassez de recursos para investimentos, o Governo buscou a inserção do setor privado no SEB através da Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro – RESEB, pela qual o Setor foi desverticalizado, tendo sido realizadas diversas concessões que se mostraram insuficientes no propósito de garantir a expansão da Geração de Energia. Tal fato, somado a um período de falta de chuvas, teve como resultado uma Crise de Abastecimento e a necessidade de um Racionamento em 2001.

Nesse sentido, a análise da Produção brasileira de Alumínio corrobora para a dependência dessa Indústria de uma boa estrutura e bom funcionamento do SEB, pois os produtores analisados apresentaram queda notável individualmente e, em média, a produção nacional encolheu aproximadamente 11% no ano do Racionamento.

Nota-se que a Segunda Reforma resulta em uma evolução em relação ao modelo implementado na década de 90, promovendo melhor organização do mesmo nos anos posteriores, como forma de prevenir nova escassez energética. Observa-se,

entretanto, uma alta taxa de crescimento das Tarifas Industriais de 11,8% a.a. no período 1995-2010, que coloca o Brasil como um dos países com maior Tarifa Industrial dentre os analisados. Certamente o fato não colaborou com um possível desenvolvimento mais acelerado da Indústria do Alumínio no país.

Tratando-se sobre a Bauxita e a Alumina, conclui-se que, no que tange a disponibilidade dessas matérias primas, o Brasil encontra-se privilegiado, pois possui 9% das reservas mundiais de Bauxita, registrando produção de 37,1 milhões de toneladas, ou 13% do minério produzido no mundo em 2015, com crescimento médio da produção de 8,3% ao ano no período 2000-2015. Ademais, no mesmo ano, produziu 10,5 milhões de toneladas de Alumina, aproximadamente 9% da produção mundial, registrando crescimento médio da produção de 8,6% ao ano no período 2000-2015.

Entretanto, a produção de Alumínio não traduz o conjunto de vantagens supracitado. A partir da apresentação de dados e fatos da Indústria Nacional do Alumínio, pode-se concluir que a produção brasileira teve queda considerável no período estudado, com participação na produção mundial do metal de apenas 1,3%, com 772 mil toneladas produzidas em 2015, em comparação com uma participação de 5,3% em 2000, ano em que produziu 1,27 milhões de toneladas.

Feita a análise dos produtores nacionais, pôde-se avaliar que duas fábricas de Alumínio foram fechadas no período mais crítico da Crise Financeira Global, notadamente a Valesul (Rio de Janeiro-RJ) e a Alunordeste (Aratú-BA). De fato, no triênio 2008-2010 a produção total brasileira registrou queda de aproximadamente 7,5%.

A Crise Estrutural do SEB, a partir de 2012, merece destaque na conclusão desse Estudo, pois, como consequência do fato de o Brasil não ter uma estrutura de reservatórios suficiente para sustentá-lo, o modelo predominantemente hidrelétrico se mostra esgotado, com a utilização constante das termelétricas não planejadas para tal, e a consequente alta dos Preços de Energia, apresentando forte impacto sobre a produção nacional de Alumínio no período. Tal realidade tem como efeito uma alteração de patamar das Indústrias eletro intensivas no país.

Entre 2012 e 2015, foram fechadas três fábricas dentre as cinco restantes de Alumínio no Brasil: em Saramenha-MG, Poços de Caldas-MG e São Luís-MA. Dessa forma, a produção nacional no período sofreu uma redução de 46%. Simultaneamente, a produção mundial registrou crescimento de 27%, o que reflete a queda da participação brasileira na mesma, afastando hipóteses de que a Crise Financeira Global seja o fator determinante na Crise da Indústria Brasileira do Alumínio.

O Estudo revela também que a posição atual do Brasil no Contexto Global da Indústria do Alumínio não é mais a mesma. Apesar do país permanecer como grande exportador de Bauxita e Alumina, o seu Saldo Líquido de Exportações está menor a cada ano no Alumínio Primário. A combinação de um menor volume de exportações e um maior volume de importações, tem efeito negativo sobre a Balança Comercial do país, justamente no produto de maior valor agregado, e cujas matérias primas são abundantes no Brasil.

Nesse sentido, as questões que pairam sobre a Indústria do Alumínio no Brasil estão diretamente relacionadas ao Sistema Elétrico Brasileiro. Considerando-se a limitação Estrutural da fonte hidráulica no país, uma combinação, devidamente planejada e executada, com outras fontes, capaz de prover competitividade e modicidade tarifária, certamente poderia contribuir para que o Brasil reassumisse sua posição de grande produtor e exportador do metal no longo prazo. Do contrário, a posição brasileira de grande exportador apenas das matérias primas do metal (Bauxita e Alumina) poderá se consolidar nos próximos anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. *Anuário Estatístico* Edição Especial. 2004.

———. *Anuário Estatístico 2005*. São Paulo: 2005.

———. *Anuário Estatístico 2006*. São Paulo: 2006.

———. *Anuário Estatístico 2007*. São Paulo: 2007.

———. *Anuário Estatístico 2008*. São Paulo: 2008.

———. *Anuário Estatístico 2009*. São Paulo: 2009.

———. *Anuário Estatístico 2010*. São Paulo: 2010.

———. *Anuário Estatístico 2011*. São Paulo: 2011.

———. *Anuário Estatístico 2012*. São Paulo: 2012.

———. *Anuário Estatístico 2013*. São Paulo: 2013.

———. *Anuário Estatístico 2014*. São Paulo: 2014.

———. *Anuário Estatístico 2015*. São Paulo: 2015.

———. *A Sustentabilidade da Indústria Brasileira do Alumínio* Encontro da Indústria para a Sustentabilidade. Brasília: 2012.

———. *Cadeia Primária*. Disponível em: < [http:// www.abal.org.br/ aluminio/ cadeia - primaria/](http://www.abal.org.br/aluminio/cadeia-primaria/) >. Acesso em: 14 jan. 2017

ALVEAL, Carmen. *Rumos da crise energética brasileira: saída emergencial e encaminhamento de longo prazo*. Seminário de Pesquisa do IE/UFRJ, 2001.

BICALHO, Ronaldo. *A transição elétrica: muito além da falta de chuvas*, 2014. Disponível em: < [https:// www.infopetro.wordpress.com/ 2014/ 03/ 10/ a – transicao – eletrica – muito – alem – da – falta – de - chuvas/](https://www.infopetro.wordpress.com/2014/03/10/a-transicao-eletrica-muito-alem-da-falta-de-chuvas/) >. Acesso em: 11 jan. 2017

BONINI, Mario Roque; Tarifas de energia elétrica: evolução nos últimos anos e perspectivas. Boletim de Economia, São Paulo: n.8, p. 19-36, out. 2011 . Disponível em: < [http:// docplayer.com.br/ 6509658 – Grupo – de – economia - fundap. html](http://docplayer.com.br/6509658-Grupo-de-economia-fundap.html) >. Acesso em: 15 jan. 2017

BRASIL. Lei nº 8.631, de 04 de Março de 1993. Dispõe sobre a fixação dos níveis das tarifas para o serviço público de energia elétrica, extingue o regime de remuneração garantida e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 2597, 05 mar., 1993

———. Lei nº 9.074, de 07 de Julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências.

Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 10125, 08 jul., 1995

———. Lei nº 9.427, de 26 de Dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 28653, 27 dez., 1996

———. Lei nº 9.478, de 06 de Agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 16925, 07 ago., 1997

———. Lei nº 9.648, de 27 de Maio de 1998. Altera dispositivos das Leis no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 8.666, de 21 de junho de 1993, no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, no 9.074, de 7 de julho de 1995, no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e autoriza o Poder Executivo a promover a reestruturação da Centrais Elétricas Brasileiras - ELETROBRÁS e de suas subsidiárias e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 1, 28 mai., 1998

———. Lei nº 10.847, de 15 de Março de 2004. Autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 1, 16 mar., 2004

———. Lei nº 10.848, de 15 de Março de 2004. Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica, altera as Leis nos 5.655, de 20 de maio de 1971, 8.631, de 4 de março de 1993, 9.074, de 7 de julho de 1995, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.648, de 27 de maio de 1998, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. Diário Oficial

[da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 2, 16 mar., 2004

———. Decreto nº 2.003 de 10 de Setembro de 1996. Regulamenta a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 17917, 11 set., 1996

———. Decreto nº 5.163 de 30 de Julho de 2004. Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências. Diário Oficial [da] Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, p. 1, 30 jul., 2004

———. – MDIC – MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO. Aliceweb Estatísticas de Comércio Exterior: Disponível em: < <http://alicesweb.mdic.gov.br/> >. Acesso em: 14 jan. 2017

CARDOSO, José Guilherme da Rocha et al. A indústria do alumínio: estrutura e tendências. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 33 , p. 43-88, mar. 2011

CCEE – CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. *Preços*. Disponível em: < [https:// www.ccee.org.br/ portal/ faces/ oquefazemos _ menu _ lateral/ precos? _ adf.ctrl-state= eokqzokpz _ 4& _ afrLoop= 2155270672582323](https://www.ccee.org.br/portal/faces/oquefazemos_menu_lateral/precos?_adf.ctrl-state=eokqzokpz_4&_afLoop=2155270672582323) >. Acesso em: 14 jan. 2017

———. *Preços em Formato CSV*. Disponível em: < [https:// www.ccee.org.br/ portal/ faces/ pages _ publico/ o – que - fazemos/ como _ ccee _ atua/ precos/ precos _ csv? _ afrLoop=2164461853967945#%40%3F _ afrLoop%3D2164461853967945%26 _ adf. ctrl-state%3D1a6kby6yzm _ 34](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o_que_fazemos/como_ccee_atua/precos/precos_csv?_afLoop=2164461853967945#%40%3F_afrLoop%3D2164461853967945%26_adf.ctrl-state%3D1a6kby6yzm_34) >. Acesso em: 14 jan. 2017

CORRÊA, Maria Letícia. Contribuição para uma história da regulação do setor de energia elétrica no Brasil: o Código de Águas de 1934 e o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Política & Sociedade. Revista de Sociologia Política*, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: v. 4, n. 6, p. 255-291, abr. 2005. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/politica/article/view/1955> Acesso em: 11 jan. 2017

CRU – COMMUNITY RESEARCH UNIT. *The Long Term Outlook for Aluminium*.

London, 2009.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. *Anuário Estatístico*. 2016. Disponível em: <
<http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx> >.
 Acesso em: 14 jan. 2017
 ———. *Balço Energético Nacional 2001 a 2016: Ano base 2000 a 2015*, Rio de Janeiro: EPE, 2001 a 2015

KVANDE, Halvor. *O Processo de Fundição do Alumínio*. Traduzido de Journal of Occupational and Environmental Medicine (JOEM), n.5S, maio 2014. Disponível em: <
http://abal.org.br/downloads/o_processo_de_fundicao_do_aluminio.pdf>.
 Acesso em: 11 jan. 2017

MACHADO, Raymundo de Campos. *Apontamentos da História do Alumínio Primário no Brasil*. Ouro Preto: Fundação Gorceix, 1985.

MELO, Elbia, et al. "A perspective of the Brazilian electricity sector restructuring: From privatization to the new model framework." Conference on Developments in Economic Theory and Policy: 2007.

NAPPI, Carmine. *The Global Aluminum Industry: 40 years from 1972*. The International Aluminum Institute, [s.l.], 2013

PANORAMA COMERC. *Nível dos Reservatórios*, 23/12/2014. Disponível em: <
<http://www.panoramacomerc.com.br/?p=1236#> >. Acesso em: 14 jan. 2017

PINDYCK, ROBERT S.; RUBINFELD, DANIEL L. *Microeconomia*. 7 ed. São Paulo: Pearson, 2010.

SANTOS, Gustavo Antônio Galvão dos et al. Por que as tarifas foram para o céu? Propostas para o setor elétrico brasileiro. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro: v.14, n.29, p. 435-474, 2008 Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipos/

Revista_do_BNDES/ Acesso em: 11 jan. 2017

SILVA FILHO, E. B.; ALVES, M. C. M.; DA MOTTA, M. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro: v.12, n.2, 2007. Disponível em: < <http://www.materia.coppe.ufrj.br/sarra/artigos/artigo10888/> >. Acesso em: 14 jan. 2017

USGSa – U.S. GEOLOGICAL SURVEY. *Aluminium statistics and information*. Disponível em: < <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/aluminum/> >. Acesso em: 11 jan. 2017

USGSb – U.S. GEOLOGICAL SURVEY. *Bauxite and Alumina statistics and information*. Disponível em: < <https://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/bauxite/> >. Acesso em: 11 jan. 2017

WORLD ALUMINIUMa. *Mining Process*, s.d. Disponível em: < <http://www.bauxite.world-aluminium.org/mining/process.html> >. Acesso em: 11 jan. 2017
WORLD ALUMINIUMb. *Refining Process*, s.d. Disponível em: < <http://www.bauxite.world-aluminium.org/refining/process.html> >. Acesso em: 11 jan. 2017